



TESIS - RE142551

**POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS
DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN BANJIR
DI PERKOTAAN SIDOARJO RAYON SELATAN
(SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS
SEKARDANGAN)**

**NAWANG WULAN
NRP. 3314202807**

**DOSEN PEMBIMBING
Harmin Sulistiyaning Titah, ST., MT., PhD**

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK SANITASI LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T.)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Nawang Wulan
NRP. 3314 202 807

Tanggal Ujian : 09 Januari 2017
Periode Wisuda : Maret 2017

Disetujui Oleh :

1. Harmin Sulistiyaning Titah, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19750523 200212 2 001

(Pembimbing)

2. Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19500114 197903 1 001

(Penguji)

3. Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.
NIP. 19650508 199303 1 001

(Penguji)

4. Bieby Voiyant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19710818 199703 2 001

(Penguji)

an. Direktur Program Pascasarjana
Asisten Direktur

Prof. Dr. Ir. H. Widjaja, M.Eng.
NIP. 19611021 198603 1 001

Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19601202 198701 1 001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan ridho-NYA, sehingga tesis dengan judul “Potensi Penggunaan Saluran Porus dalam Mengurangi Genangan dan Banjir di Perkotaan Sidoarjo Rayon Selatan (Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan)” ini dapat diselesaikan.

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) dalam bidang keahlian Teknik Sanitasi Lingkungan pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyelesaian proposal tesis ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih setulusnya kepada:

1. Ibu Harmin Sulistiyaning Titah, ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing, yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan ide, saran dan kritiknya.
2. Keluarga penulis terutama putra pertama Antares Arsa Sena dan Suami yang selalu mendukung penulis dalam penyelesaian penulisan tesis ini.
3. Orangtua dan Kakak penulis yang membantu penulis dalam memberikan ide dan bertukar pikiran.
4. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Lingkungan yang banyak membantu dalam terselesaikannya tesis ini.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang ramah lingkungan.

Surabaya, Januari 2017

Nawang Wulan

**POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS DALAM MENGURANGI
GENANGAN DAN BANJIR DI PERKOTAAN SIDOARJO RAYON
SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)**

Nama Mahasiswa : Nawang Wulan
NRP : 3314202807
Pembimbing : Harmin Sulistiyaning Titah, ST., MT., PhD.

ABSTRAK

Genangan dan banjir masih saja terjadi di Sidoarjo terutama di perkotaannya walaupun Master Plan dan DED Sistem Drainase Kabupaten Sidoarjo telah disusun pada tahun 2014. Rekomendasi dari Masterplan dan DED Sistem Drainase ini masih belum mendukung drainase berwawasan lingkungan, hal ini yang menyebabkan genangan dan banjir masih terjadi. Pada perkotaan yang padat penduduk wacana saluran porus sebagai aplikasi drainase berwawasan lingkungan untuk mengurangi genangan dan banjir sangat dimungkinkan karena tidak memerlukan lahan khusus. Pada penelitian ini dilakukan untuk menentukan tingkat peresapan penggunaan saluran porus jika diterapkan di perkotaan Sidoarjo khususnya di Rayon Selatan yaitu Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan.

Metode yang dilakukan dengan pengujian tanah pada sekitar saluran tersier di daerah pemukiman padat dengan tes perkolasi. Penerapan drainase *swale* yaitu drainase yang dapat mengurangi polutan juga diuji untuk menjaga agar air yang meresap ke saluran tidak mencemari air tanah. Kadar BOD, TSS, detergen dan *Escherichia Coli* pada air di saluran diukur (rona awal) kemudian difilter dengan media-media permeable yang nantinya menjadi kesatuan desain dengan saluran porus.

Media yang digunakan dalam penelitian ini yang berfungsi sebagai drainase *swale* adalah pasir, kerikil dan tanaman. Ketiga media tersebut diuji tingkat menurunkan kadar BOD, TSS, detergen dan *E.coli* juga yang paling tidak mengurangi daya serap drainase porus itu sendiri.

Koefisien permeabilitas tanah di Sub DAS Sidokare $2,1605 \times 10^{-5}$ cm/detik sedangkan pada Sub DAS Sekardangan $1,1510 \times 10^{-5}$ cm/detik. Penerapan saluran porus berdasarkan koefisien permeabilitas tanah hasil tes perkolasi dapat menurunkan debit air hujan yang tidak tertampung disaluran eksisting. Saluran porus dapat menurunkan debit yang tidak tertampung sebesar 42,5% di Sub DAS Sidokare dan 72% di Sub DAS Sekardangan. Media filtrasi yang paling baik mengurangi polutan adalah media tanah asli berumput gajah tetapi laju resapannya lambat. Tanah asli berumput gajah digunakan pada desain saluran *swale* yang penerapannya pada pulau jalan. Pasir menempati urutan ketiga setelah tanah asli berumput dan tanah asli dalam tingkat pengurangan polutan dan pasir memiliki laju resapan yang lebih cepat dari tanah asli berumput maupun tanah asli saja. Media pasir diterapkan pada desain saluran porus sebagai material

permeabel didasar saluran dan kerikil melapisi bagian atas pasir sebagai material penyangga agar tidak tergerus air.

Kata kunci : Drainase Berwawasan Lingkungan, Drainase Porus, Drainase *Swale*, Saluran Porus, Tes Perkolasi.

**THE POTENTIAL USEGE OF POROUS CHANNEL FOR REDUCING
PUDDLES AND FLOOD IN SOUTHERN RAYON OF SIDOARJO
(SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)**

By : Nawang Wulan
Student Identity Number : 3314202807
Supervisor : Harmin Sulistiyaning Titah, ST., MT., PhD.

ABSTRACT

Puddles and floods are still occurs in Sidoarjo, especially in urban area , though the Master Plan and DED Drainage Systems Sidoarjo regency has been compiled in 2014. Recommendations of the Masterplan and DED drainage system is still not supporting eco-drainage, which is why the puddle and flooding still occurs. In densely populated urban, the discourse of porous channels as the application of eco-drainage to reduce flooding and flooding is possible because it does not require special land. This study conducted to determine the level of channel usage impregnating porous if applied in Sidoarjo, especially in the urban South Rayon in Sub DAS Sidokare and the Sub DAS Sekardangan.

The method is done by testing the soil around the tertiary channels in dense residential area with a percolation test. Application of drainage swale which is a drainage that can reduce the pollutants are also tested to ensure that the water that seeped into the channel does not contaminate groundwater. BOD, TSS, detergents and *Escherichia coli* in the water in the channel is measured (baseline) and then filtered through permeable media which will be unity of design with porous channels.

Media used in this study serves as a drainage swale are sand, gravel and plants. Those three medias was tested their reducing levels of BOD, TSS, detergents and *E.coli* and also tested for the least reduce the absorption of porous drainage itself

The coefficient of permeability of the soil in the Sub DAS Sidokare 2.1605×10^{-5} cm / sec, while the Sub DAS Sekardangan 1.1510×10^{-5} cm / sec. Application of porous channels based on the coefficient of permeability of the soil percolation test results can reduce the discharge of rain water that do not fit the existing duct. Porous channel can reduce the discharge water that cannot be accommodated by 40.4 % in Sub DAS Sidokare and 62 % in Sub DAS Sekardangan. The most well filtration media to reduce pollutant is the natural land of bulrush media but the seepagepace is slow. The natural land of bulrush is used in swale channel the design used on the application on the park road divider. Sand ranks third after the natural grassy land and natural land in the level of pollutant reduction and the sand has a faster absorption rate than the natural land of grass and natural land only. Sand media applied to the design of porous channel as the

permeable material at the bottom channel and the pebbles coating on the sand as a buffer material that is not eroded by water.

Keywords: drainage swale, percolation test, permeable, pollutants, porous channels.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi	7
2.2 Pengertian pengertian	13
2.3 Jenis Tanah	15
2.4 Saluran Porus	20
2.5 Drainase Swale	22
2.6 Pengukuran Laju Perkolasi	25
2.7 Fitoremediasi dan Fitopengolahan	27
2.8 Parameter Uji Air	29
2.9 Analitical Hierarchy Process	31
2.10 Evaluasi Formatif	33
2.11 Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Umum	37
3.2 Alur Pelaksanaan Penelitian	37
3.3 Metode Pengumpulan Data	39
3.4 Analisa Teknis	46

3.5 Analisa Lingkungan	47
3.6 Analisa Kelembagaan	50
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Aspek Teknis	51
4.2 Aspek Lingkungan	68
4.3 Desain Saluran Porus dan <i>Swale</i>	80
4.4 Aspek Kelembagaan	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	99
BIODATA PENULIS	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Saluran yang kapasitasnya tidak memenuhi di Sub DAS Sidokare	9
Tabel 2.2	Saluran yang kapasitasnya tidak memenuhi di Sub DAS Sekardangan	10
Tabel 2.3	Jenis Batuan (geologi) perkecamatan di Kabupaten Sidoarjo	11
Tabel 2.4	Hasil Uji Laju Resapan	12
Tabel 2.5	Koefisien Permeabilitas Tanah	21
Tabel 2.6	Faktor Geometrik Saluran Porus (persatuan panjang)	23
Tabel 2.7	Pengurangan Jumlah Polutan Rumput Drainase Swale	24
Tabel 2.8	Penetapan Prioritas Elemen	32
Tabel 2.9	Kategori Evaluasi	33
Tabel 4.1	Penurunan air tes perkolasi lokasi A (Percobaan 1)	52
Tabel 4.2	Penurunan air tes perkolasi lokasi A (Percobaan 2)	52
Tabel 4.3	Penurunan air tes perkolasi lokasi A (Percobaan 3)	53
Tabel 4.4	Penurunan air tes perkolasi lokasi B (Percobaan 1)	53
Tabel 4.5	Penurunan air tes perkolasi lokasi B (Percobaan 2)	54
Tabel 4.6	Penurunan air tes perkolasi lokasi B (Percobaan 3)	54
Tabel 4.7	Perhitungan Koefisien Permeabilitas (K)	55
Tabel 4.8	Perhitungan Debit Air Masuk pada saluran tersier di Sub DAS Sidokare	61
Tabel 4.9	Pengurangan QTT setelah penerapan saluran porus pada saluran tersier di Sub DAS Sidokare	63
Tabel 4.10	Perhitungan Reduksi Genangan pada saluran tersier di Sub DAS Sidokare	65
Tabel 4.11	Perhitungan Debit Air Masuk pada saluran tersier di Sub DAS Sekardangan	66
Tabel 4.12	Pengurangan QTT setelah penerapan saluran porus pada saluran tersier di Sub DAS Sekardangan	67
Tabel 4.13	Hasil Laboratorium Saluran Suko	70

Tabel 4.14	Hasil Laboratorium Saluran Sekardangan	71
Tabel 4.15	Perbandingan TSS dengan baku mutu (Saluran Suko)	73
Tabel 4.16	Perbandingan TSS dengan baku mutu (Saluran Sekardangan)	74
Tabel 4.17	Perbandingan BOD dengan baku mutu (Saluran Suko)	75
Tabel 4.18	Perbandingan BOD dengan baku mutu (Saluran Sekardangan)	76
Tabel 4.19	Perbandingan kandungan detergen dengan baku mutu (Saluran Suko)	77
Tabel 4.20	Perbandingan kandungan detergen dengan baku mutu (Saluran Sekardangan)	78
Tabel 4.21	Prioritas Alternatif	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembagian Rayon Pada Sistem Drainase Kota Sidoarjo	8
Gambar 2.2	Segitiga Tekstur	20
Gambar 2.3	Tipikal Drainase Swale Sistem Kering	24
Gambar 2.4	Tipikal Drainase Swale Sistem Tergenang	24
Gambar 2.5	Ring Infiltrometer	26
Gambar 2.6	Penurunan Muka Air	26
Gambar 2.7	Fito Pengolahan	28
Gambar 2.8	Peta Jenis Tanah	34
Gambar 2.9	Penampang Aliran Air Sederhana	35
Gambar 3.1	Skema Alur Pelaksanaan Penelitian	38
Gambar 3.2	Lokasi Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan	40
Gambar 3.3	Lokasi Titik Tes Perkolasi	40
Gambar 3.4	Penanaman pipa dengan balok	41
Gambar 3.5	Pipa 20 cm diatas permukaan tanah	41
Gambar 3.6	Penampang lubang tes perkolasi A	42
Gambar 3.7	Pipa diisi air sampai penuh	42
Gambar 3.8	Lubang kedalaman 40 cm	43
Gambar 3.9	Penanaman Pipa	43
Gambar 3.10	Penampang lubang tes perkolasi B	44
Gambar 3.11	Pengisian air	44
Gambar 3.12	Titik sampel pada Sub DAS Sidokare	45
Gambar 3.13	Titik sampel pada Sub DAS Sekardangan	45
Gambar 3.14	Material Filtrasi	47
Gambar 3.15	Tabung Filtrasi	48
Gambar 3.16	Tanah asli dan tanaman rumput gajah	49
Gambar 3.17	Pasir dan Kerikil	49
Gambar 4.1	Saluran Suko	57
Gambar 4.2	Saluran Sekardangan Indah	57
Gambar 4.3	Hasil filtrasi Saluran Suko (Sub DAS Sidokare)	69

Gambar 4.4	Hasil filtrasi Saluran Sekardangan Indah (Sub DAS Sekardangan)	70
Gambar 4.5	Perbandingan hasil uji air rona awal 2 Saluran	71
Gambar 4.6	Perbandingan TSS Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan	72
Gambar 4.7	Perbandingan BOD Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan	75
Gambar 4.8	Perbandingan kandungan detergen Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan	77
Gambar 4.9	Perbandingan kandungan <i>E.coli</i> di Sub DAS Sidokare	79
Gambar 4.10	Perbandingan kandungan <i>E.coli</i> di Sub DAS Sekardangan	79
Gambar 4.11	Potongan saluran tersier eksisting	80
Gambar 4.12	Potongan desain saluran porus	81
Gambar 4.13	Lokasi Saluran Porus Sub DAS Sidokare	83
Gambar 4.19	Lokasi Saluran Porus Sub DAS Sekardangan	89
Gambar 4.22	Potongan desain saluran swale A	82
Gambar 4.23	Potongan desain saluran swale B	82
Gambar 4.24	Hirarki AHP	92
Gambar 4.25	Bobot Kriteria	92
Gambar 4.26	Prioritas Alternatif dari Responden 1	93
Gambar 4.27	Prioritas Alternatif dari Responden 2	93
Gambar 4.28	Prioritas Alternatif dari Responden 3	93
Gambar 4.29	Prioritas Alternatif dari Responden 4	93
Gambar 4.30	Prioritas Alternatif dari Responden 5	94
Gambar 4.31	Prioritas Alternatif dari Responden 6	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kabupaten Sidoarjo diapit dua kali besar pecahan dari Kali Brantas, yaitu Kali Surabaya dan Kali Porong yang merupakan hilir dari DAS Brantas dan bermuara ke Selat Madura. Hilir yang terpecah menjadi dua kali ini membentuk suatu delta dimana sebagian besar wilayah Sidoarjo berada disini. Kabupaten Sidoarjo juga sangat terpengaruh dari pasang surut air laut karena berhimpitan langsung dengan selat Madura. Topografi Kabupaten Sidoarjo relatif rendah dan datar. Kondisi geografis ini mengakibatkan Sidoarjo berpotensi untuk banjir karena air sulit mengalir secara gravitasi.

Kabupaten Sidoarjo beberapa tahun terakhir mengalami banjir yang cukup parah dan terdapat banyak genangan dibanyak titik. Belum lama ini terjadi kelumpuhan jalur Kereta Api di Sidoarjo karena jalur rel KA kebanjiran. Kelumpuhan ini berlangsung lebih dari 7 (tujuh) hari.

Jika tetap berpegang pada paradigma lama dimana kelebihan air yang berasal dari hujan secepat – cepatnya dialirkan ke saluran lalu ke sungai dan dari sungai secepatnya dialirkan ke laut agar tidak ada yang menggenang atau terjadi banjir, maka permasalahan genangan dan banjir di Kabupaten Sidoarjo tidak akan terselesaikan. Mengingat daerah tangkapan air di hulu semakin berkurang dan tinggi permukaan air laut yang semakin naik. Pemikiran ini masih memandang permasalahan secara lokal saja. Tidak melihat secara luas kondisi lingkungan di hulu, tengah dan hilir menjadi satu kesatuan dari permasalahan dan penyelesaian.

Terlepas dari kondisi lingkungan di hulu yang tidak begitu memperhatikan konservasi air, kondisi lingkungan di hilir pun sangat perlu diperhatikan. Lokasi Kabupaten Sidoarjo yang cukup strategis karena berhimpitan langsung dengan Kota Surabaya sebagai pusat perkembangan Ekonomi di Jawa Timur membuat

Sidoarjo tidak bisa mengelak dari pertumbuhan penduduk yang begitu pesat. Sidoarjo sebagai limpahan dari perkembangan Surabaya, membuat kondisi perubahan lahan (*land use*) di Sidoarjo menjadi sangat cepat. Utamanya dari lahan pertanian/ tegalan menjadi perumahan dan industri yang berakibat meningkatnya koefisien aliran, tanpa ada kebijakan yang terpadu dalam sistem drainasenya.

Berubahnya pola ruang yang semula terbuka menjadi terbangun akan meningkatkan *run off* karena jumlah resapan atau tempat parkir air berkurang. Saluran eksisting banyak yang tidak teratur dimensi dan alirannya sehingga lajunya air menjadi terhambat. Dimensi saluran pada jalan tidak cukup menampung debit hujan yang ada. Permasalahan ini harus dikelola agar tidak timbul dampak negatif yang lebih parah dari sebelumnya.

Kabupaten Sidoarjo telah menyusun Master Plan dan DED Sistem Drainase pada tahun 2014. Rekomendasi dari Master Plan ini belum sepenuhnya mendukung sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Metode drainase berwawasan lingkungan antara lain kolam konservasi/ embung, river side polder, pengembangan areal perlindungan air tanah, saluran porus dan sumur resapan. Pada lingkungan perkotaan yang identik dengan padatnya penduduk, metode saluran porus yang paling memungkinkan untuk diaplikasikan. Saluran porus tidak membutuhkan lahan khusus, melainkan hanya merubah kontruksi saluran konvensional yang kedap air menjadi tidak kedap air. Standar saluran pracetak berlubangpun sudah ada yaitu SNI 03-6966-2003 tentang Spesifikasi saluran air hujan pracetak berlubang untuk lingkungan permukiman. Saluran pracetak berlubang sebagaimana disebutkan pada SNI 03-6966-2003 belum pernah digunakan oleh Kabupaten Sidoarjo karena persyaratan utamanya adalah tidak boleh menerima dan mengalirkan air limbah. Saluran drainase terutama pada saluran tersiernya yang merupakan penerima pertama dari sistem drainase lokal di Sidoarjo masih menggunakan sistem tercampur dengan limbah domestik. Hal ini yang menyebabkan tidak bisa diterapkannya SNI 03-6966-2003. Terlepas dari sistem yang tercampur, penerapan saluran porus juga sangat dipengaruhi dengan tinggi muka air tanah. Perkotaan Sidoarjo secara umum berdekatan dengan pantai membuat penerapan saluran porus masih

diragukan. Daya resap saluran porus dan kelayakan air limbah yang akan diresapkan ke dalam tanah juga perlu dikaji apakah akan mempengaruhi kualitas dari air tanah.

Master Plan dan DED Sistem Drainase Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2014 memprioritaskan wilayah perkotaan Sidoarjo untuk direncanakan. Sistem Drainase Kota Sidoarjo dibagi menjadi 2 (dua) rayon, yaitu rayon utara dan rayon selatan. Rayon utara meliputi sistem drainase Kemambang dan Pucang. Rayon selatan meliputi sistem drainase Sidokare dan Sekardangan. Luas rayon utara lebih luas dari rayon selatan namun permasalahan lebih banyak di rayon selatan. Rayon Selatan adalah daerah pusat kota yang sangat padat penduduknya dan terjadi banyak genangan. Genangan yang terjadi pada sistem drainase sidokare bervariasi kedalaman dan tingginya. Desa dengan genangan terluas, lama genangan lebih dari 8 jam dan tinggi genangan lebih dari 50 cm adalah Desa Sidokare dengan luas genangan 29,498 Ha. Genangan yang terjadi pada sistem drainase sekardangan juga bervariasi. Terluas terjadi di Desa Sumokali yaitu 8,031 Ha. Tinggi genangan mencapai 50 cm dengan lama genangan sampai 8 jam (Bappeda, 2014).

Ditinjau dari sisi kelembagaannya, Dinas PU Pengairan, PU Bina Marga dan PU Cipta Karya masih sering saling lempar tanggung jawab dalam menangani genangan dan banjir. Dinas PU Pengairan menangani permasalahan irigasi, PU Bina Marga menangani pematusan di tepi jalan sedangkan PU Cipta Karya menangani drainase permukiman saja. Perbedaan instansi pengelola air irigasi dan limpasan air hujan inilah yang menjadi permasalahan utama dalam kelembagaan dari sistem drainase di Kabupaten Sidoarjo.

Selain itu, peran investor pada permasalahan drainase ini sangatlah besar. Dengan adanya pertumbuhan perumahan dan industri yang diprakarsai oleh investor secara langsung berpengaruh dengan berkurangnya daerah resapan air hujan. Kehadiran investasi – investasi ini bagi kabupaten Sidoarjo bisa jadi tidak memberikan nilai tambah baik secara perekonomian ataupun sosialnya. Perlu dikaji apakah cara berinvestasi yang diterapkan Sidoarjo kepada investor sudah

tepat atau belum. Karena tanggungjawab perbaikan lingkungan juga bisa diemban bersama dengan investor. Salah satunya adalah kewajiban untuk melakukan kajian drainase dan menerapkan rekomendasinya dalam pembangunan fisik. Tetapi masih tidak optimal karena tidak ada integrasi antar investor satu dengan yang lain. Juga tidak adanya pengawasan/pemantauan yang seharusnya menjadi tupoksi dari Seksi Pengendalian Pemanfaatan Ruang pada Bidang Tata Ruang di Dinas PU, Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Sidoarjo.

Permasalahan – permasalahan yang telah disebutkan di atas menjadikan Sidoarjo perlu melihat seberapa besar potensi saluran porus jika digunakan pada sistem drainase perkotaan terutama pada Rayon Selatan untuk mengurangi genangan dan banjir. Penerapan saluran porus harus dalam konsep yang terpadu. Keterpaduan yang dimaksud bukan hanya pada sistem drainase fisiknya, tetapi juga pada daya dukung lingkungan dan keterpaduan pelaksanaan lintas SKPD. Karenanya aspek terpenting yang perlu dikaji pada studi ini adalah aspek teknis, lingkungan dan kelembagaan.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Di Kabupaten Sidoarjo terdapat permasalahan genangan dan banjir yang terjadi di banyak titik yang membuat lumpuh kegiatan perekonomian. Karenanya perlu dilakukan penelitian alternatif solusi pada sistem drainasenya. Dititik beratkan pada penelitian kondisi saluran drainase di Sistem Drainase Kota Rayon Selatan (Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan) yang merupakan daerah perkotaan padat penduduk.

Dilakukan penelitian secara teknis untuk mengetahui potensi penggunaan saluran porus. Penggunaan saluran porus sebagai media resapan air hujan yang bercampur dengan air limbah domestik. Penelitian terhadap media permeabel yang dapat mengurangi kontaminan terhap tanah juga diperlukan.

Penelitian terhadap kondisi kelembagaan juga dilakukan untuk keberlangsungan dari perencanaan fisik. Melihat kesiapan lembaga yang

bertanggungjawab dari pelaksanaan sistem drainase. Penyelesaian masalah dapat berupa tanggung jawab dari masing – masing ruas saluran dan tupoksi baru.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan tingkat peresapan saluran porus dalam penerapannya di Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan.
2. Menentukan ketepatangunaan saluran porus pada lokasi yang sesuai di Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan.
3. Menentukan media filtrasi air dari saluran agar kualitasnya sesuai bakumutu air.
4. Menentukan bentuk kelembaga yang bertanggungjawab pada drainase Perkotaan Sidoarjo agar dapat menjalankan program drainase berwawasan lingkungan khususnya penerapan saluran porus.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui apakah saluran porus bisa mengurangi genangan dan banjir di Perkotaan Sidoarjo. Juga diketahui desain saluran porus yang tepat untuk diterapkan pada saluran tercampur (air hujan dan air limbah) agar tidak membahayakan lingkungan dengan penggabungan desain porus dan *swale*.

Manfaat lainnya adalah dapat mengerucutkan tupoksi dari lembaga yang bertanggungjawab pada drainase Kota Sidoarjo menjadi tupoksi yang memang dibutuhkan untuk aplikasi drainase berwawasan lingkungan.

1.5 RUANG LINGKUP

Penelitian ini dibatasi pada :

- a. Wilayah studi perkotaan Sidoarjo Rayon Selatan (Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan)
- b. Analisis teknis dilakukan dengan mencari kuantitas resapan saluran porus sebagai desain saluran drainase tersier dengan nilai permeabilitas yang didapat dari hasil uji perkolasi tanah di Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan
- c. Analisis lingkungan dilakukan dengan membandingkan kualitas air pada saluran eksisting dengan air setelah dilakukan filtrasi oleh media tanah itu sendiri dan dengan penggunaan media tertentu yang menjadi satu kesatuan desain saluran porus. Parameter yang diuji adalah TSS, BOD, Detergen dan *E. coli*.
- d. Analisis kelembagaan difokuskan pada lembaga yang bertanggung jawab dalam menangani genangan dan banjir yaitu Dinas PU Cipta Karya, Dinas PU Pengairan, Dinas PU Bina Marga dan Bappeda juga narasumber dari tenaga ahli dan Ketua REI Kabupaten Sidoarjo sebagai wakil dari pengembang perumahan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2. 1. GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

Sidoarjo memiliki daratan seluas 714,245 Km² dan wilayah lautan sampai dengan 4 mil ke arah laut seluas 201,6868 Km² Batas – batas administratif Kabupaten Sidoarjo adalah :

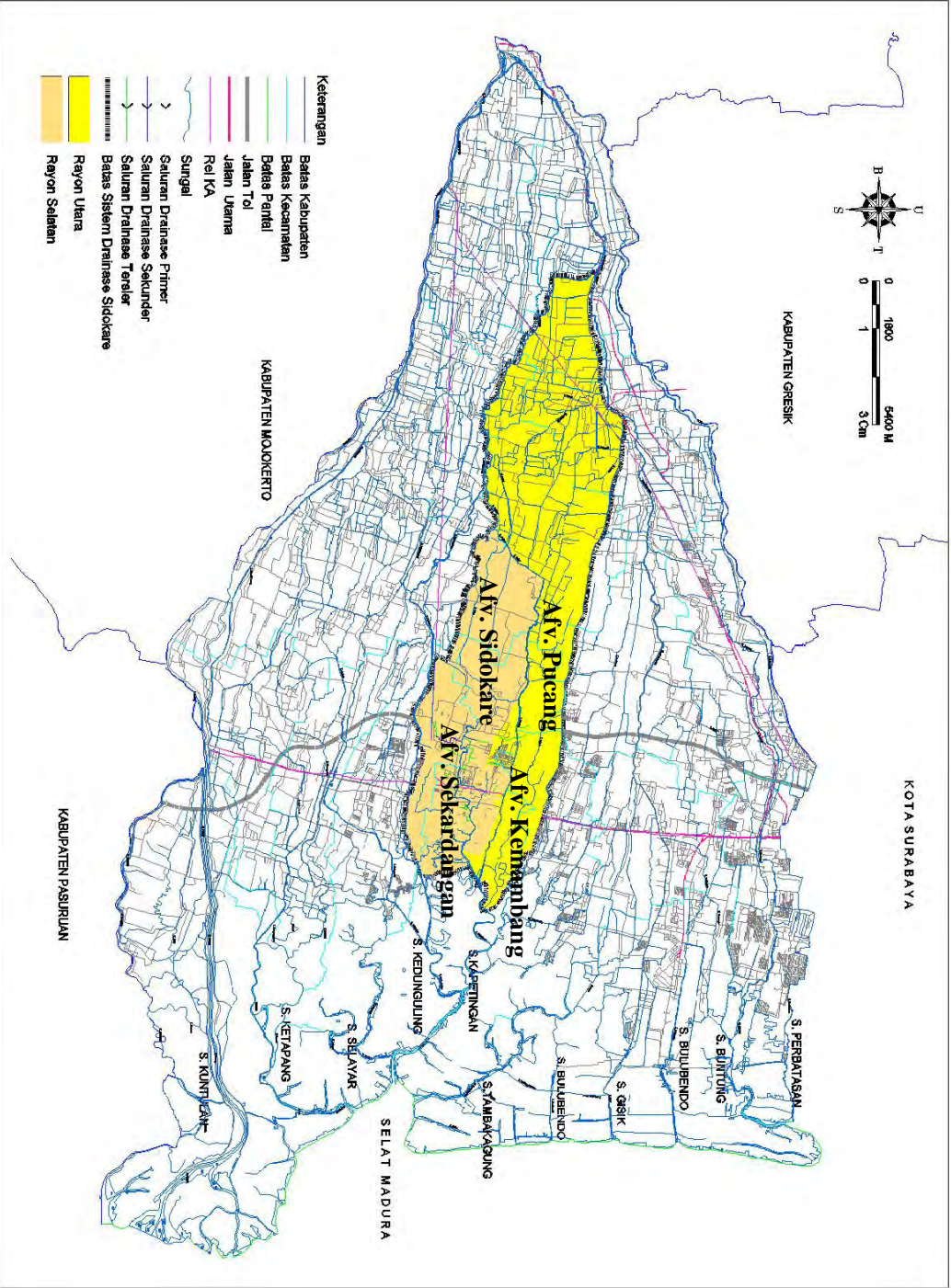
Sebelah Utara	: Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik
Sebelah Timur	: Selat Madura
Sebelah Selatan	: Kabupaten Pasuruan
Sebelah Barat	: Kabupaten Mojokerto

Wilayah studi pada penelitian ini bukan menggunakan batas administrasi karena sistem drainase menggunakan batas hidrologi yaitu pada Sistem Drainase Kota Sidoarjo Rayon Selatan. Sistem Drainase Kota Sidoarjo Rayon Selatan meliputi sub DAS Sidokare dan sub DAS Sekardangan, dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.

Pada sub DAS Sidokare terdapat 52 saluran tersier dan 12 saluran sekunder dengan Afvoer Sidokare sebagai saluran primer (Lampiran A). Batas hidrologi dari sub DAS Sidokare adalah sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Sistem Drainase Pucang
Sebelah Timur	: Sistem Drainase Kapetingan Hilir
Sebelah Selatan	: Sistem Drainase Sekardangan
Sebelah Barat	: Sistem Drainase Pucang dan Kedunguling

Pada sub DAS Sekardangan terdapat 23 saluran tersier dan 3 saluran sekunder dengan Saluran Sekardangan sebagai saluran primer (Lampiran B). Batas hidrologi sub DAS Sekardangan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Pembagian Rayon pada Sistem Drainase Kota Sidoarjo

Sebelah Utara : Sistem Drainase Sidokare
 Sebelah Timur : Sistem Drainase Kapetingan Hilir
 Sebelah Selatan : Sistem Drainase Kedunguling
 Sebelah Barat : Sistem Drainase Sidokare dan Kedunguling

Sub DAS Sidokare merupakan prioritas pertama penanganan genangan karena terdapat 28 saluran dari 52 saluran tersier yang kapasitas salurannya nya tidak dapat menampung debit air hujan. 28 saluran tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1. Sub DAS Sidokare didominasi oleh perumahan dan permukiman, 28 saluran yang kapasitasnya tidak memenuhi adalah saluran tersier di perumahan dan permukiman.

Tabel 2.1 Saluran yang kapasitasnya tidak dapat menampung air hujan di Sub DAS Sidokare

No.	Nama Saluran	No.	Nama Saluran
1	Sal. Suko	15	Sal. GOR 2
2	Sal. Puri 2	16	Sal. Magersari 3
3	Sal. Puri 3	17	Sal. Dinas Sosial
4	Sal. Puri 4	18	Sal. Sidokare Indah 2
5	Sal. Pondok Mutiara 4	19	Sal. Sidokare Indah 4
6	Sal. Pondok Mutiara 3	20	Sal. Ci Walk 2
7	Sal. Sumokali 2	21	Sal. Gang Daleman
8	Sal. Sepande	22	Sal. Magersari 2
9	Sal. Sidokare 2	23	Sal. Teuku Umar 1
10	Sal. Tamanpinang 3	24	Sal. Teuku Umar 2
11	Sal. Sidokare Asri 1	25	Sal. Ramayana
12	Sal. Sidokare Asri 4	26	Sal. BCF 2
13	Sal. Perum Palm Fiesta	27	Sal. Perum Bulu Kidul 2
14	Sal. GOR 1	28	Sal. Perum Bulu Kidul 3

Sumber : Masterplan Drainase Kab. Sidoarjo, 2014

Sub DAS Sekardangan terdapat 14 saluran dari 23 saluran tersier yang kapasitas salurannya tidak memenuhi. 14 saluran yang tidak dapat menampung debit air hujan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2. Lokasi saluran yang kapasitasnya tidak memenuhi ini berada pada perumahan dan permukiman.

**Tabel 2.2 Saluran yang kapasitasnya tidak dapat menampung air hujan
di Sub DAS Sekardangan**

No.	Nama Saluran	No.	Nama Saluran
1	Sal. Sumokali 3	8	Sal. Celep
2	Sal. Larangan Permai 1	9	Sal. Sumbawa 1
3	Sal. Tenggulunan 1	10	Sal. Sekardangan Indah
4	Sal. Larangan Permai 2	11	Sal. Sumbawa 2
5	Sal. Larangan 1	12	Sal. Green Park Regency 1
6	Sal. Kepodang	13	Sal. Bumi Intan
7	Sal. Kahuripan	14	Sal. Citraloka Residence

Sumber : Masterplan Drainase Kab. Sidoarjo, 2014

Ditinjau dari kondisi geologi, Kabupaten Sidoarjo terdiri dari beberapa lapisan batuan antara lain: batuan *alluvium* dan batuan *plistosen fasien sedimen*, serta lapisan tanah *alluvial*. Batuan *alluvium* meliputi area seluas 24602,07 Ha dan tersebar di semua kecamatan, lapisan batuan *plistosen fasien sedimen* hanya terdapat di 6 kecamatan yaitu Kecamatan Sidoarjo, Buduran, Taman, Waru, Gedangan, dan Sedati, sedangkan lapisan tanah untuk tanah *alluvial* kelabu merata di 18 kecamatan seluas 47017,64 Ha. Jenis batuan di Kabupaten Sidoarjo dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Sifat fisik dan keteknikan tanah dan batuan terdapat dua bagian yaitu endapan *alluvial* dan batuan sedimen tersier. Hasil analisis pada endapan *alluvial* dan lapukan batuan tersier menunjukkan jenis bahan permukaan didominasi oleh lempung lanau hingga lanau lempungan. Hasil uji laju resapan pada beberapa titik menunjukkan nilai laju resapan endapan permukaan umumnya berkelas sedang ($6,00 \times 10^{-3}$ cm/detik hingga $1,00 \times 10^{-3}$ cm/detik), seperti terlihat pada Tabel 2.4.

Menurut data DLHPE Kabupaten Sidoarjo (2002) sumur gali yang terdalam terletak Di Barat Kabupaten Sidoarjo terdapat di Desa Miliprowo (S 7 °28' dan E 112 °30), yaitu sekitar 14 meter (bmt). Terdangkal di sekitar pantai antara lain Desa Wadungasuh dan Siwalanpanji yaitu sekitar 2 meter (bmt). Pasokan air pada *akuifer* bebas di daerah dataran berasal dari hujan dan aliran permukaan (air sungai, air laut).

Tabel 2.3 Jenis Batuan (Geologi) Per Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo

No	Kecamatan	<i>Plistosen Fasien Sedimen (Ha)</i>	<i>Alluvium (Ha)</i>	Jumlah (Ha)
1	Sidoarjo	42	6214	6256
2	Buduran	1469	2633,5	4102,5
3	Candi	0	40,67	4066,75
4	Porong	0	29,32	2982,25
5	Krembung	0	29,55	2955
6	Tulangan	0	31,21	3120,5
7	Tanggulangin	0	32,29	3229
8	Jabon	0	801	8099,75
9	Krian	0	32,5	3250
10	Balongbendo	0	31,4	3140
11	Wonoayu	0	33,92	3392
12	Tarik	0	36,06	3606
13	Prambon	0	34,23	3422,5
14	Taman	448	2705,5	3153,5
15	Waru	384	2648	3032
16	Gedangan	38	2367,75	2405,75
17	Sedati	355	7588	7943
18	Sukodono	0	32,68	3267,75
Jumlah		2736	24602,07	71424,25

Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo, 2013

Tabel 2.4. Hasil Uji Laju Resapan Daerah Penyelidikan

Lokasi	Laju Resapan
Wedoro	$4,00 \times 10^{-3}$ cm/detik
Sruni	$6,33 \times 10^{-3}$ cm/detik
Buncitan	$4,00 \times 10^{-3}$ cm/detik
Sawahan	$1,33 \times 10^{-3}$ cm/detik
Balongtani	$3,00 \times 10^{-3}$ cm/detik
Gading	$2,67 \times 10^{-3}$ cm/detik
Karet	$2,67 \times 10^{-3}$ cm/detik
Randegan	$2,00 \times 10^{-3}$ cm/detik
Grabakan	$2,00 \times 10^{-3}$ cm/detik
Jati	$2,33 \times 10^{-3}$ cm/detik
Bangah	$4,00 \times 10^{-3}$ cm/detik
Taman	$1,33 \times 10^{-3}$ cm/detik
Badugading	$2,33 \times 10^{-3}$ cm/detik
Jabaran	$4,00 \times 10^{-3}$ cm/detik
Sawocangkring	$3,67 \times 10^{-3}$ cm/detik

Pusat Lingkungan Geologi Badan Geologi Departemen ESDM, 2007

Secara administratif Sistem Drainase Kota Sidoarjo rayon selatan meliputi Kecamatan Sidoarjo, Candi dan Tulangan. Kecamatan Sidoarjo terdiri dari 10 desa, Kecamatan Candi 24 desa dan Kecamatan Tulangan 22 Desa.

Gambaran umum kondisi kelembagaan dalam kaitannya dengan sistem drainase di kawasan Kota Sidoarjo adalah Dinas atau Instansi di lingkungan Pemerintah Kabupaten Sidoarjo yang melaksanakan pembangunan, pemeliharaan dan pengelolaan drainase meliputi beberapa dinas yaitu Dinas PU Bina Marga, Dinas PU Pengairan, Dinas PU Cipta Karya dan Bappeda.

Dinas PU Bina Marga Kabupaten Sidoarjo bertanggungjawab pada pembangunan saluran tepi jalan yang berfungsi sebagai saluran drainase untuk jalan dan daerah sekitarnya serta daerah hulunya, namun sangat disayangkan dalam perencanaannya biasanya hanya didasarkan pada luasan jalan yang akan dipataskan tanpa mempertimbangkan luasan pematusan dari daerah sekitarnya dan juga daerah hulu yang kemungkinan masuk pada system drainase jalan tersebut.

Dinas PU Pengairan Kabupaten Sidoarjo selama ini bertanggung jawab pada pembangunan, pengelolaan dan pemeliharaan saluran pembuang irigasi (afvour), saat ini kondisi afvour-afvour tersebut berfungsi sebagai saluran drainase primer yang mematuskan daerah pengalirannya yang penggunaan lahannya bukan hanya daerah irigasi saja namun juga permukiman, industri, tegal dan lain-lain.

Dinas PU Cipta Karya Kabupaten Sidoarjo bertanggungjawab pada pembangunan dan pengelolaan serta pemeliharaan saluran drainase sekunder serta rumah pompa dari kawasan permukiman yang akan menuju ke afvour. Bappeda adalah koordinator dari ketiga Dinas PU tersebut.

2. 2. PENGERTIAN - PENGERTIAN

A. Genangan dan Banjir

Genangan/banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (kali) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang (Suripin, 2004). Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran.

Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang. Beberapa karakteristik yang berkaitan dengan banjir, diantaranya adalah:

1. Banjir datang secara perlahan namun dapat menjadi genangan yang lama di daerah depresi atau daerah yang kedap air.
2. Akibat yang ditimbulkan adalah terjadinya genangan, erosi, dan sedimentasi.

B. Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah merupakan sifat bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang berupa air mengalir melewati ronggo pori yang menyebabkan tanah bersifat permeabel.

Jamulya dan Suprodjo (1983), mengemukakan bahwa permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes ke dalam tanah baik melalui pori makro maupun pori mikro baik ke arah horizontal maupun vertikal. Tanah adalah kumpulan partikel padat dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir di dalam partikel melalui rongga dari satu titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah. Sifat tanah yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai laju alir tertentu disebut permeabilitas tanah. Sifat ini berasal dari sifat alami granular tanah, meskipun dapat dipengaruhi oleh faktor lain (seperti air terikat di tanah liat). Jadi, tanah yang berbeda akan memiliki permeabilitas yang berbeda.

Koefisien permeabilitas tanah tergantung dari berbagai faktor. Faktor utama yang mempengaruhi permeabilitas tanah setidaknya ada 6 (Suharta dan Prasetyo, 2008), yaitu :

1. Viskositas cairan, yaitu semakin tinggi viskositasnya koefisien permeabilitasnya semakin kecil.
2. Distribusi ukuran pori, yaitu semakin merata distribusi ukurannya koefisien permeabilitasnya semakin kecil.
3. Distribusi ukuran butiran, yaitu semakin merata distribusi ukurannya koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.

4. Rasio kekosongan (Void Rasio), yaitu semakin besar rasio kekosongannya koefisien permeabilitasnya semakin tinggi.
5. Kekasaran partikel mineral, yaitu semakin kasar partikel mineralnya koefisien permeabilitasnya akan semakin tinggi.
6. Derajat kejenuhan tanah, yaitu semakin jenuh tanahnya koefisien permeabilitasnya semakin tinggi.

C. Tanah Permeabel

Tanah permeabel adalah tanah yang mudah dilalui air, sedangkan tanah impermeabel adalah tanah yang sulit dilalui air. Contoh tanah yang permeabel adalah tanah pasir dan kerikil (Verruijt, 1970 dalam Novianto, 2013).

D. Infiltrasi

Infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah itu sendiri dengan gaya gravitasi dan gaya kapiler. Infiltrasi dikenal dengan dua istilah yaitu kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi yang dinyatakan dalam mm/jam. Kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu, sedangkan laju infiltrasi adalah kecepatan infiltrasi yang nilainya tergantung pada kondisi tanah dan intensitas hujan.

E. Perkolasi

Perkolasi adalah cara penyarian yang dilakukan dengan mengalirkan cairan penyari melalui serbuk simplisia yang telah dibasahi. Kekuatan yang berperan pada perkolasi antara lain gaya berat, kekentalan, daya larut, tegangan permukaan, difusi, osmosa, adesi, daya kapiler dan daya geseran (friksi).

2. 3. JENIS TANAH

Jenis tanah berdasarkan bahan dan proses pelapukannya, tanah bisa dibagi ke dalam beberapa jenis (Fathoni, 2016), diantaranya adalah:

1. Tanah Oganosol

Tanah oganosol merupakan tanah yang terbentuk dari bahan induk organik (tanah gambut) dan hutan rawa dengan iklim basah pada curah hujan 2.500 mm/tahun. Tanah organosol banyak mengandung unsur hara dan biasanya terdapat di daerah pasang surut seperti Jawa, pantai barat Sumatra, pantai timur Kalimantan, dan pantai barat Papua.

2. Tanah Podsol

Jenis tanah ini telah mengalami perkembangan profil, tekstur lempung sampai pasir, struktur gumpal, konsistensi lekat, kandungan pasir kuarsanya tinggi, sangat asam, kesuburan rendah, kapasitas pertukaran kation sangat rendah, dan peka terhadap erosi. Penyebarannya di daerah beriklim basah dengan curah hujan lebih dari 2000 mm/tahun. Terdapat di daerah Kalimantan Tengah, Sumatra Utara, dan Papua.

3. Tanah Andosol

Jenis tanah ini merupakan jenis tanah dengan kandungan mineral yang telah mengalami perkembangan profil, solum agak tebal, warna agak coklat kekelabuan sampai hitam, kandungan organik tinggi, tekstur geluh berdebu, struktur remah, konsistensi gembur dan bersifat licin berminyak agak asam, kejenuhan basa tinggi dan daya absorpsi sedang, kelembapan tinggi, permeabilitas sedang, serta peka terhadap erosi.

4. Tanah Aluvial

Tanah aluvial merupakan tanah yang terbentuk dari endapan lumpur yang terbawa oleh air sungai. Tanah ini banyak mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan sehingga sangat subur. Jenis tanah ini masih muda, belum mengalami perkembangan, berasal dari bahan induk aluvium, tekstur beraneka ragam, belum terbentuk struktur, konsistensi dalam keadaan basah lekat, pH bermacam-macam, dan kesuburannya berkisar antara sedang hingga tinggi. Penyebarannya di daerah dataran aluvial sungai, dataran aluvial pantai, dan daerah cekungan (depresi). Tanah aluvial banyak terdapat di Sumatra bagian timur, Kalimantan bagian tengah dan timur, Jawa bagian utara, dan Papua bagian selatan.

5. Tanah Vulkanis

Tanah vulkanis merupakan tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan vulkanis, lava yang telah membeku (effusif) atau dari abu letusan gunung berapi yang telah membeku (efflata). Tanah ini sangat subur untuk pertanian karena merupakan tanah tuff yang berasal dari abu letusan gunung berapi, misalnya, di Lampung, Palembang, dan Sumatra Barat. Tanah vulkanis terdapat di Jawa, Sumatra, Bali, dan wilayah-wilayah yang ada gunung apinya.

6. Tanah Humus

Tanah humus biasa disebut dengan bunga tanah, tanah ini berasal dari pembusukan tumbuh-tumbuhan yang jatuh di atasnya. Tanah ini banyak mengandung humus yang sangat subur untuk tanaman.

7. Tanah Pasir

Tanah pasir merupakan tanah yang berasal dari pelapukan batuan pasir. Tanah ini hanya mengandung sedikit bahan organik sehingga kurang baik untuk pertanian, dan banyak terdapat di daerah pantai barat Sumatra Barat, Sulawesi, dan Jawa Barat.

8. Tanah Laterit

Tanah laterit merupakan tanah yang kaya zat besi dan aluminium. Tanah ini bukan merupakan tanah yang subur karena usianya sudah tua

9. Tanah Litosol

Tanah litosol merupakan jenis tanah berbatu-batu dengan lapisan tanah yang tidak begitu tebal. Bahannya berasal dari jenis batuan beku yang belum mengalami proses pelapukan secara sempurna. Jenis tanah ini merupakan tanah mineral tanpa atau sedikit perkembangan profil, batuan induknya batuan beku atau batuan sedimen keras, kedalaman tanah dangkal (<30 cm), dan kadang-kadang merupakan singkapan batuan induk (outerop). Tekstur tanah beraneka ragam dan pada umumnya berpasir, umumnya tidak berstruktur, terdapat kandungan batu, kerikil, dan kesuburannya bervariasi. Tanah litosol dapat dijumpai pada segala iklim. Jenis tanah ini banyak ditemukan di lereng gunung dan pegunungan di seluruh Indonesia.

10. Tanah Latosol

Tanah latosol tersebar di daerah beriklim basah, curah hujan lebih dari 300 mm/tahun, dan ketinggian tempat berkisar 300–1.000 meter. Tanah ini terbentuk dari batuan. Jenis tanah ini telah mengalami perkembangan atau terjadi diferensiasi horizon, kedalaman tanah dalam, tekstur lempung, struktur remah sampai gumpal, konsistensi gembur sampai agak teguh, warna cokelat, merah, sampai kuning. Penyebarannya di daerah beriklim basah dengan curah hujan berkisar lebih dari 300–1000 meter.

11. Tanah Regosol

Tanah ini merupakan endapan abu vulkanik baru yang memiliki butir kasar. Jenis tanah ini masih muda, belum mengalami diferensiasi horizon, tekstur pasir, struktur berbukit tunggal, konsistensi lepas-lepas, pH umumnya netral, kesuburan sedang, dan berasal dari bahan induk material vulkanik piroklastis atau pasir pantai. Penyebaran terutama pada daerah lereng gunung api. Tanah ini banyak terdapat di daerah Sumatra bagian timur dan barat, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara.

12. Tanah Grumusol

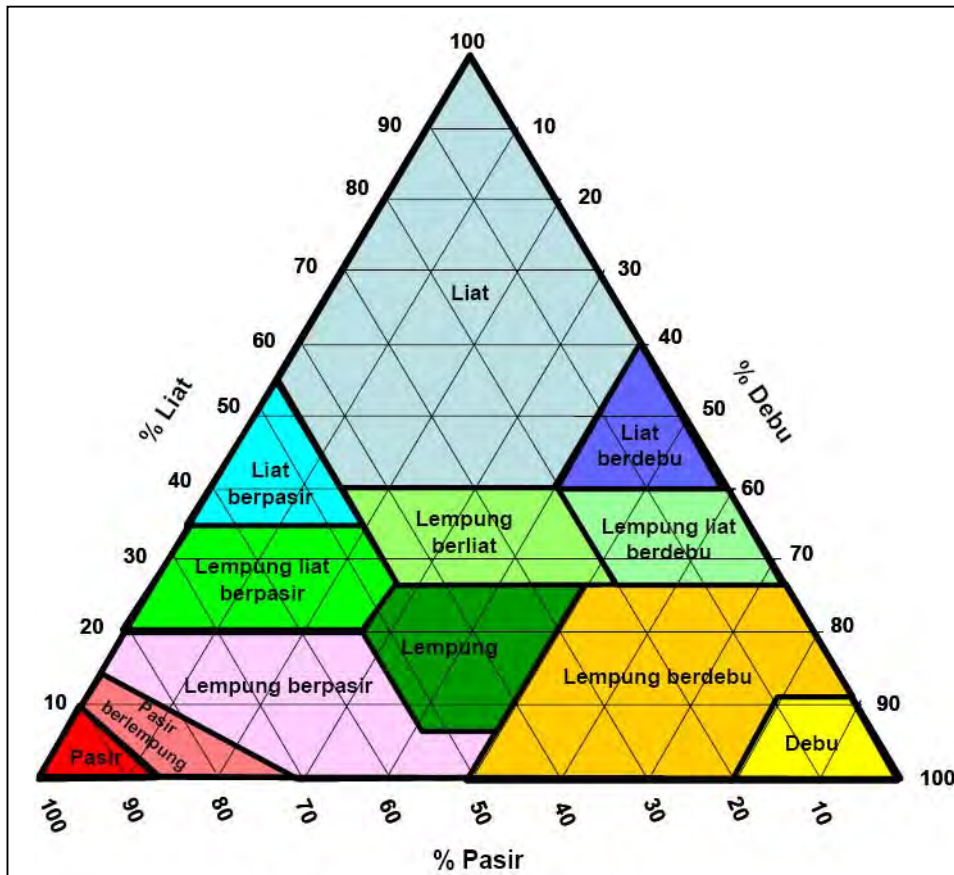
Jenis ini berasal dari batu kapur, batuan lempung, tersebar di daerah iklim subhumid atau subarid, dan curah hujan kurang dari 2.500 mm/tahun. Tanah ini merupakan tanah mineral yang memiliki perkembangan profil, agak tebal, tekstur lempung berat, struktur granular di lapisan atas dan gumpal sampai pejal di lapisan bawah, konsistensi jika basah sangat lekat dan plastis. Namun, jika kering sangat keras dan tanah retak-retak, kejenuhan basa, permeabilitas lambat, dan peka erosi.

Kasar dan halusnya tanah dalam klasifikasi tanah (taksnomi tanah) ditunjukkan dalam sebaran butir yang merupakan penyederhanaan dari kelas tekstur tanah dengan memperhatikan pula fraksi tanah yang lebih kasar dari pasir (lebih besar 2 mm), sebagian besar butir untuk fraksi kurang dari 2 mm meliputi berpasir lempung, berpasir, berlempung halus, berdebu kasar, berdebu halus,

berliat halus, dan berliat sangat halus (Hardjowigeno, 1995). Jenis tanah berdasarkan teksturnya dibagi menjadi 12 (dua belas), yaitu :

1. Pasir (Sandy), rasa kasar sangat jelas, tidak melekat dan tidak dapat dibentuk bola dan gulungan.
2. Pasir berlempung (Loam Sandy), rasa kasar terasa jelas, sedikit sekali melekat dan dapat dibentuk bola tetapi mudah sekali hancur.
3. Lempung berpasir (Sandy Loam), rasa kasar agak jelas, agak melekat dan dapat dibuat bola tapi mudah hancur.
4. Lempung (Loam), tidak terasa kasar dan tidak licin, agak melekat, dapat dibentuk agak teguh dan dapat sedikit dibuat gulungan dengan permukaan mengkilat.
5. Lempung berdebu (Silty Loam), terasa licin, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh dan gulungan dengan permukaan mengkilat.
6. Debu (Silt), licin sekali, agak melekat, dapat dibentuk bola teguh, dan dapat digulung dengan permukaan mengkilat.
7. Lempung berliat (Clay Loam), agak licin, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh dan dapat dibentuk gulungan yang agak mudah hancur
8. Lempung liat berpasir (Sandy-clay-loam), terasa halus dengan sedikit bagian agak kasar, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh dan dapat dibentuk gulungan mudah hancur.
9. Lempung liat berdebu (Sandy-silt loam), terasa halus, terasa agak licin, melekat, dan dapat dibentuk bola teguh, serta dapat dibentuk gulungan dengan permukaan mengkilat.
10. Liat berpasir (Sandy-Clay), terasa halus, berat tetapi sedikit kasar, melekat, dapat dibentuk bola teguh dan mudah dibuat gulungan.
11. Liat berdebu (Silty-Clay), terasa halus, berat, agak licin, sangat lekat, dapat dibentuk bola teguh dan mudah dibuat gulungan.
12. Liat (Clay), terasa berat dan halus, sangat lekat, dapat dibentuk bola dengan baik, dan mudah dibuat gulungan.

Perbedaan tekstur tanah ini dikarenakan persentase dari pasir, debu dan liat yang berbeda-beda. Lebih jelasnya tentang persentase kandungan pasir, debu dan liat dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Segitiga Tekstur (Madjid, 2010)

2. 4. SALURAN PORUS

Saluran drainase porus merupakan saluran terbuka (open channel) yang strukturnya dibuat permeable terhadap air. Dasarnya dapat berupa tanah asli atau tanah asli yang dilapisi pasir/ kerikil. Dinding saluranpun dapat berupa tanah asli atau susunan batu kali yang tidak dispesi agar memungkinkan untuk meresapkan air. Karenanya saluran drainase porus ini memiliki dua fungsi yaitu sebagai saluran pembunag dan sebagai filtrasi.

Hal utama dari saluran drainase porus adalah bagaimana desain yang tepat agar dapat meresapkan sebanyak-banyaknya air kedalam tanah. Dengan demikian parameter yang menjadi penting adalah parameter yang dapat mempengaruhi

besarnya debit air yang dapat meresap kedalam tanah. Salah satunya adalah nilai permeabilitas tanah yang dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.5 Koefisien Permeabilitas Tanah

Jenis Tanah	K (cm/dt)
Lempung	3×10^{-6}
Lanau	4.5×10^{-4}
Pasir sangat halus	3.5×10^{-3}
Pasir halus	1.5×10^{-2}
Pasir sedang	8.5×10^{-2}
Pasir kasar	3.5×10^{-1}
Kerikil kecil	3

Sumber: Sosrodarsono –Kazuto, 1994

Konsep perhitungan resapan pada saluran porous adalah selain air yang masuk tertampung di dalam saluran juga sekaligus terjadi resapan ke dalam tanah. Perhitungan desain saluran porous adalah sebagai berikut :

$$B = \frac{Q}{f.K.H} \left(1 - \exp\left(-\frac{f.K.T}{b}\right) \right) \quad (2.1)$$

dengan:

- B = panjang saluran (m)
- b = lebar saluran (m)
- Q = debit air masuk (m³/s)
- f = faktor geometrik saluran per satuan panjang (m/m)
- K = koefisien permeabilitas tanah (m/s)
- H = kedalaman efektif saluran (m)
- T = waktu aliran (s)

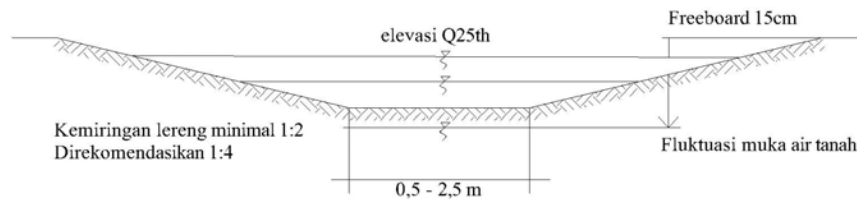
Kemampuan suatu bidang dalam meresapkan air dipengaruhi oleh faktor geometrik. Hal ini dipengaruhi oleh bentuk bidang yang meresap. Faktor geometrik untuk saluran porus dapat dilihat pada Tabel 2.6.

2. 5. DRAINASE SWALE

Drainase swale adalah drainase dengan media penyaring polutan. Struktur swale dilengkapi dengan media penyaring untuk mengurangi kadar polutan dari limpasan air hujan. Air yang mengalir dari structure swale diharapkan memiliki kualitas air yang lebih baik. Drainase Swale dibedakan menjadi 2 berdasarkan karakteristik genangan airnya yaitu Sistem Kering dan Sistem Tergenang.

1. Drainase Swale Sistem Kering

Berupa drainase yang diberi vegetasi (rumput) serta lapisan penyaring didasar saluran untuk mencegah lapisan tanah terbawa oleh aliran air. Karena kondisinya yang hampir selalu kering, struktur ini baik digunakan didaerah permukiman. Gambar tipikal drainase swale sistem kering dapat dilihat pada Gambar 2.3.
















Gambar 2.3 Tipikal Drainase Swale Sistem Kering

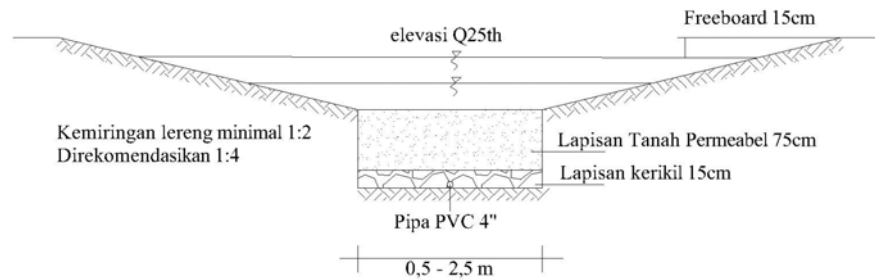
2. Drainase Swale Sistem Tergenang

Berupa drainase dengan vegetasi (rumput) pada daerah rawa atau daerah yang memiliki elevasi muka air tanah tinggi. Gambar tipikal drainase swale sistem tergenang dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini

Tabel 2.6. Faktor geometrik saluran poros (per satuan panjang)

No	Condition	Shape factor of trenches (f)	Value of f when:	
			b=B=π/2, H=0, L=0 except f ₁ ⇒ L=1	b=B=2, H=0, L=0 except f ₁ ⇒ L=1
1		$f_1 = \frac{4L}{\ln \left\{ \frac{L + 4\sqrt{bB}}{2\sqrt{bB}} + \sqrt{\left(\frac{L}{2\sqrt{bB}} \right)^2 + 1} \right\}}$	2,980	3,367
2		$f_{2a} = 8\sqrt{bB}$	12,566	16,000
		$f_{2b} = 9\sqrt{bB}$	14,137	18,000
3		$f_{3a} = 4\sqrt{bB}$	6,283	8,000
		$f_{3b} = \frac{8}{\pi}\sqrt{bB}$	4,000	5,093
4		$f_{4a} = 2\pi\sqrt{bB}$	9,870	12,566
		$f_{4b} = 4\sqrt{bB}$	6,283	8,000
5		$f_{5a} = \frac{4L + 2\pi\sqrt{bB}\ln 2}{\ln \left\{ \frac{L + 4\sqrt{bB}}{2\sqrt{bB}} + \sqrt{\left(\frac{L}{2\sqrt{bB}} \right)^2 + 1} \right\}}$	6,227	7,928
		$f_{5b} = \frac{4L + 4\sqrt{bB}\ln 2}{\ln \left\{ \frac{L + 4\sqrt{bB}}{2\sqrt{bB}} + \sqrt{\left(\frac{L}{2\sqrt{bB}} \right)^2 + 1} \right\}}$	3,964	5,048
		$f_{6a} = \frac{4L + 2\pi\sqrt{bB}\ln 2}{\ln \left\{ \frac{L + 4\sqrt{bB}}{4\sqrt{bB}} + \sqrt{\left(\frac{L}{4\sqrt{bB}} \right)^2 + 1} \right\}}$	9,870	12,566
6		$f_{6b} = \frac{4L + 4\sqrt{bB}\ln 2}{\ln \left\{ \frac{L + 4\sqrt{bB}}{4\sqrt{bB}} + \sqrt{\left(\frac{L}{4\sqrt{bB}} \right)^2 + 1} \right\}}$	6,283	8,000
7		$f_{7a} = \frac{4H + 2\pi\sqrt{bB}\ln 2}{\ln \left\{ \frac{H + 4\sqrt{bB}}{6\sqrt{bB}} + \sqrt{\left(\frac{H}{6\sqrt{bB}} \right)^2 + 1} \right\}}$	13,392	17,050
		$f_{7b} = \frac{4H + 4\sqrt{bB}\ln 2}{\ln \left\{ \frac{H + 4\sqrt{bB}}{6\sqrt{bB}} + \sqrt{\left(\frac{H}{6\sqrt{bB}} \right)^2 + 1} \right\}}$	8,525	10,856

Sumber : Sunjoto, 2011



Gambar 2.4 Tipikal Drainase Swale Sistem Tergenang

Pengurangan jumlah polutan yang didapat dari filtrasi dari rumput di drainase swale telah dijabarkan dalam *West Virginia Stormwater Management and Design Guidance Manual* seperti Tabel 2.7 dibawah ini.

Tabel 2.7 Pengurangan Jumlah Polutan Rumput Drainase Swale

Jenis Tanah Hidrologi	Total Suspended Solids (TSS)	Nutrien : Total Phospor (TP) dan Total Nitrogen (TN)
A/B	60%	TP : 32% ; TN : 36%
C/D	35%	TP : 23% ; TN : 28%

West Virginia Departement of Environmental Protection, 2012

Keterangan : A/B : Tanah Liat/Lempung

C/D : Liat berpasir/pasir

2. 6. PEENGUKURAN LAJU PERKOLASI

Pengukuran laju perkolasi bisa dilakukan dengan beberapa cara. Menurut Knapp dalam Asdak (1995), ada 3 cara untuk menentukan besarnya laju perkolasi, yaitu :

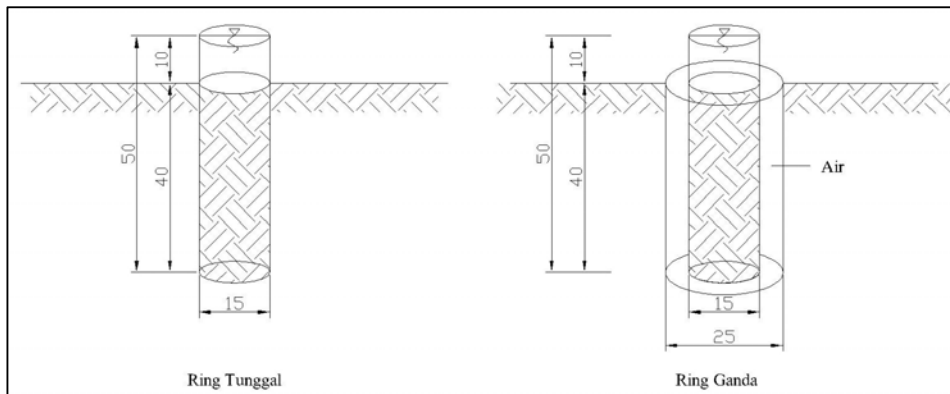
1. Menentukan beda volume air hujan buatan dengan volume air limpasan pada percobaan laboratorium menggunakan simulasi hujan buatan.
2. Menggunakan ring infiltrometer.
3. Teknik pemisahan hidrograf dari aliran air hujan.

Pengukuran laju perkolasi yang dilakukan dengan pengujian langsung di lapangan adalah menggunakan ring infiltrometer tunggal (*single ring*) atau ganda (*double ring*). Ring infiltrometer yang biasa digunakan adalah infiltrometer ganda, yaitu satu infiltrometer silinder ditempatkan di dalam infiltrometer silinder lain yang lebih besar. Pengukuran hanya dilakukan pada silinder yang kecil. Silinder yang lebih besar hanya berfungsi sebagai penyangga yang bersifat menurunkan efek batas yang timbul oleh adanya silinder (Asdak, 1995).

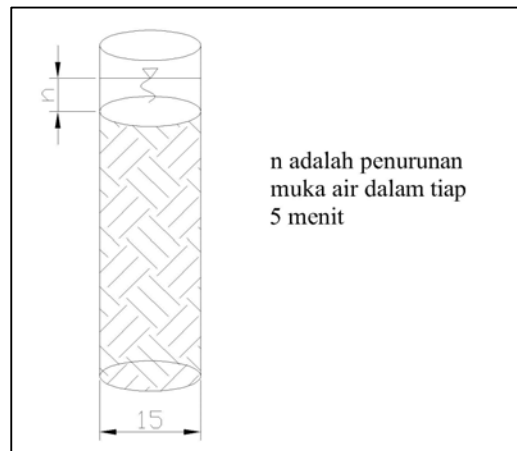
Percobaan pengukuran ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Lokasi yang akan diukur dibersihkan.
2. Silinder ditempatkan tegak lurus dan ditekan kedalam tanah sehingga tersisa 10 cm diatas permukaan tanah.
3. Siapkan air secukupnya.
4. Siapkan *stop watch*, tabel pengukuran dan alat tulis.
5. Setelah siap, tuangkan air sampai silinder penuh dan tunggu sampai air tersebut sepenuhnya terinfiltrasi. Hal ini perlu dilakukan untuk menghilangkan retak – retak yang merugikan pengukuran.
6. Air dituangkan kembali hingga penuh.
7. Setelah air penuh stop watch dihidupkan dan diamkan selama 5 menit.
8. Setelah 5 menit ukur penurunan air yang terjadi dan catat pada tabel yang telah disiapkan.
9. Air dituangkan kembali secepatnya kedalam silinder sampai penuh dan didiamkan kembali selama 5 menit dan diukur penurunan muka airnya.
10. Hal tersebut dilakukan secara terus menerus sampai laju penurunan muka air tersebut konstan yang menandakan laju perkolasi sudah tetap.

Simulasi percobaan laju perkolasi dengan ring tunggal dan ring ganda dapat dilihat pada Gambar 2.5. Pencatatan dilakukan pada angka penurunan muka air yang terjadi tiap 5 menit seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.5 Ring Infiltrometer



Gambar 2.6 Penurunan Muka Air

Kerugian menggunakan cara ini adalah :

1. Struktur tanah akan berubah pada saat memasukkan pipa kedalam tanah, demikian pula struktur tanah permukaan.
2. Terjadinya aliran air mendatar sesudah air melewati ujung pipa bawah. Pengaruh ini dapat dikurangi dengan penggunaan *double ring* yaitu memasang pipa lain yang berdiameter lebih besar serta mengisi ruang diantaranya dengan air.

Keuntungan menggunakan cara ini adalah aliran horizontal tidak meluas karena dibatasi oleh *ring infiltrometer* tersebut. Menurut Dunne dan Leopold dalam Asdak (1995), cara pengukuran perkolasi dengan cara ini relatif mudah pelaksanaannya, akan tetapi perlu diingat bahwa dengan cara ini hasil laju perkolasi yang diperoleh biasanya lebih besar dari keadaan yang berlangsung dilapangan (infiltrasi dari curah hujan), yaitu 2-10 kali lebih besar.

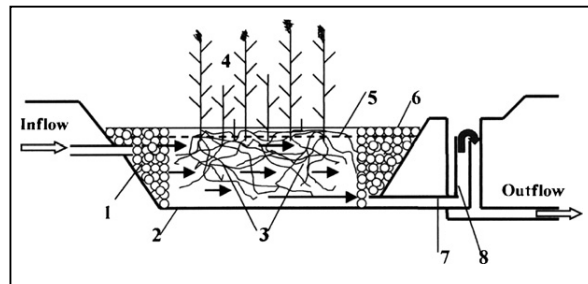
2. 7. FITOREMEDIASI DAN FITOPENGOLAHAN

Proses tumbuhan untuk menyerap, mengambil, mengubah dan melepaskan kontaminan dari satu medium ke medium digunakan istilah fitoremediasi. Sedangkan kontaminan adalah zat yang berada dalam lingkungan dan berjumlah melebihi konsentrasi alam serta terbentuk dari buatan atau aktivitas manusia.

Tumbuhan dapat mentransformasi zat asal menghasilkan zat baru yang kurang berbahaya dibanding zat asalnya (Mangkoedihardjo dan Samudro, 2010). Keluarbiasaan tumbuhan itu dapat dimanfaatkan untuk penerapan drainase swale dan sebagai pengurang kontaminan dari air limbah yang tercampur di saluran drainase.

Fitoremediasi dapat dibagi menjadi fitoekstraksi, rizofiltrasi, fitodegradasi, fitostabilisasi, fitovolatilisasi. Fitoekstraksi mencakup penyerapan kontaminan oleh akar tumbuhan dan translokasi atau akumulasi senyawa itu ke bagian tumbuhan seperti akar, daun atau batang. Rizofiltrasi adalah pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam dari aliran limbah. Fitodegradasi adalah metabolisme kontaminan di dalam jaringan tumbuhan, misalnya oleh enzim dehalogenase dan oksigenase. Fitostabilisasi adalah suatu fenomena diproduksinya senyawa kimia tertentu untuk mengimobilisasi kontaminan di daerah rizosfer. Fitovolatilisasi terjadi ketika tumbuhan menyerap kontaminan dan melepasnya ke udara lewat daun; dapat pula senyawa kontaminan mengalami degradasi sebelum dilepas lewat daun.

Fito pengolahan diterapkan pada sesuatu yang belum tercemar. Sebelum terkontaminasi air dapat diolah menjadi lebih baik atau menjadi sesuatu yang diinginkan dengan *fitotreatment*. Skema representasi dari lahan basah dibangun dengan aliran sub-permukaan horizontal, ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7 Fito pengolahan (Vymazal, 2001)

Keterangan :

1. Zona distribusi dengan batu-batu besar
2. Kapal kedap air
3. Media
4. Vegetasi
5. Ketinggian air
6. Zona koleksi dengan batu
7. Pipa pengumpul
8. Preoutlet

2. 8. PARAMETER UJI AIR

Parameter baku mutu meliputi parameter fisika, kimia, biologi dan parameter khusus. Parameter fisika merupakan parameter yang dapat diamati akibat perubahan fisika air seperti cahaya, suhu, kecerahan, kekeruhan, warna, padatan tersuspensi dan padatan terlarut hingga salinitas air. Parameter kimia merupakan parameter perairan yang terukur akibat adanya reaksi kimia di perairan, seperti pertukaran ion-ion terlarut dalam air. Parameter biologi yang teramati di perairan merupakan organisme akuatik yang hidup bersama di perairan

budidaya dapat berupa tumbuhan maupun hewan dengan bentuk yang mikro maupun makro. Sedangkan parameter khusus adalah polutan yang memiliki karakter khusus.

Parameter yang diuji meliputi parameter fisika yaitu TSS, parameter kimia yaitu BOD, parameter khusus yaitu Detergen terlarut dan parameter mikrobiologi yaitu bakteri *E.coli*. Masing – masing parameter sangat menentukan kadar pencemaran air sebagai air baku maupun air minum.

a. TSS (Total Suspended Solid)

TSS adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur. TSS umumnya dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan. TSS memberikan kontribusi untuk kekeruhan (turbidity) dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan. Sehingga nilai kekeruhan tidak dapat dikonversi ke nilai TSS. Kekeruhan adalah kecenderungan ukuran sampel untuk menyebarkan cahaya. Sementara hamburan diproduksi oleh adanya partikel tersuspensi dalam sampel. Kekeruhan adalah murni sebuah sifat optik. Pola dan intensitas sebaran akan berbeda akibat perubahan dengan ukuran dan bentuk partikel serta materi. Sebuah sampel yang mengandung 1.000 mg / L dari *fine talcum powder* akan memberikan pembacaan yang berbeda kekeruhan dari sampel yang mengandung 1.000 mg/L *coarsely ground talc*. Kedua sampel juga akan memiliki pembacaan yang berbeda kekeruhan dari sampel mengandung 1.000 mg/L *ground pepper*. Meskipun tiga sampel tersebut mengandung nilai TSS yang sama.

b. BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Mikroorganisme merupakan katalis hidup yang mempengaruhi sejumlah proses-proses kimia yang terjadi dalam tanah. Cendawan dan beberapa jenis bakteri menghancurkan senyawa organik yang kompleks menjadi

senyawa-senyawa yang sederhana (Achmad, 2004). Nilai BOD₅ yang tinggi menandakan tingginya bahan organik biodegradable yang menjadi beban perairan telah dioksidasi secara biologi. Pengukuran nilai BOD₅ dilakukan dengan prinsip metode titrimetri (dengan melakukan titrasi menggunakan buret).

c. Detergen

Detergen merupakan salah satu polutan air yang harus dihilangkan atau diminimalisir penggunaannya. Risiko deterjen yang paling ringan pada manusia berupa iritasi (panas, gatal bahkan mengelupas) pada kulit terutama di daerah yang bersentuhan langsung dengan produk. Hal ini disebabkan karena kebanyakan produk deterjen yang beredar saat ini memiliki derajat keasaman (pH) tinggi. Dalam kondisi iritasi/terluka, penggunaan produk penghalus apalagi yang mengandung pewangi, justru akan membuat iritasi kulit semakin parah. Dalam jangka panjang, air minum yang telah terkontaminasi limbah deterjen berpotensi sebagai salah satu penyebab penyakit kanker (karsinogenik).

Baku mutu air baku Golongan A berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/Per/IX/90 Tahun 1990 kadar maksimum detergent terlarut 0.5 mg/L.

d. Bakteri *E.coli*

Eschericia coli adalah salah satu bakteri patogen yang tergolong Coliform dan hidup secara normal di dalam kotoran manusia maupun hewan sehingga *E. coli* digunakan sebagai bakteri indikator pencemaran air yang berasal dari kotoran hewan berdarah panas.

Analisa terhadap kadar jumlah bakteri *E. coli* dilaksanakan secara deskriptif. Baku mutu air bersih sesuai Golongan I Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 jumlah *E.coli* maksimal sebesar 100 sel/ml. Baku mutu air baku Golongan A berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1416/Menkes/Per/IX/90 Tahun 1990 kadar

maksimum *E. coli* adalah nol atau tidak ada. Faktor-faktor yang mempengaruhi titik sampel dengan jumlah bakteri *E. coli* yaitu jarak septictank, aktifitas penduduk sekitar yang tidak banyak melibatkan penduduk seperti pertanian, pembuangan limbah rumah tangga melalui saluran pembuangan yang sesuai dengan kriteria.

2. 9. ANALITYCAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

Analitycal Hierarchy Proses (AHP) adalah metode untuk memecahkan suatu situasi komplek tidak terstruktur kedalam beberapa komponen dalam susunan yang hirarki, dengan memberi nilai subjektif tentang pentingnya setiap variable secara relatif dan menetapkan variable mana yang memiliki prioritas paling tinggi guna mempengaruhi hasil pada situasi tersebut.

Peralatan utama AHP adalah memiliki sebuah hirarki fungsional dengan input utamanya presepsi manusia. Suatu masalah kompleks dan tidak terstruktur dipecahkan ke dalam kelompok-kelompoknya dan diatur menjadi suatu bentuk hirarki

Kelebihan AHP adalah :

1. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekwensi dari kriteria yang dipilih sampai pada subkriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh para pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan atau ketahanan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

Selain itu AHP mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah yang multi objektif dan multi-kriteria yang berdasarkan pada perbandingan preferensi dari setiap elemen dalam hirarki. Model ini merupakan suatu model pengambilan keputusan yang komprehensif.

Menetapkan prioritas elemen dengan membuat perbandingan berpasangan, dengan skala banding telah ditetapkan oleh Saaty (1980) dapat dilihat pada Tabel 2.8 di bawah ini.

Tabel 2.8 Penetapan Prioritas Elemen dengan Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari pada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting dari pada elemen lainnya	Satu elemen yang kuat dikosongkan dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting dari pada elemen lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantara dua pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka disbanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i	

(Sumber : Saaty, 1980)

2. 10. EVALUASI FORMATIF

Aspek – aspek kinerja implementasi yang dievaluasi dalam evaluasi formatif, antara lain sebagai berikut :

- A. *Effort evaluation*, yaitu mengevaluasi kecukupan *input* program .
- B. *Performance evaluation*, yaitu mengkaji *output* dibandingkan dengan *input* program.
- C. *Effectiveness evaluation*, yaitu mengkaji pelaksanaannya sesuai dengan sasaran dan tujuan.
- D. *Effeciency evaluation*, yaitu membandingkan biaya dengan *output* yang dicapai.

E. *Process evaluation*, yaitu mengkaji metode pelaksanaan, aturan dan prosedur dalam pelaksanaan.

Menurut Dunn (1999) aspek – aspek kinerja kebijakan yang harus dikaji sebagaimana tampak dalam Tabel 2.9 berikut ini.

Tabel 2.9 Kategori Evaluasi

Kategori	Pertanyaan	Ilustrasi
Efektifitas	Apakah hasil yang diinginkan telah tercapai?	Unit Pelayanan
Efisiensi	Seberapa banyak upaya yang diperlukan untuk mencapai hasil yang diinginkan?	<i>Cost benefit ratio</i> , manfaat bersih, unit biaya
Kecukupan	Seberapa jauh hasil yang diinginkan untuk memecahkan masalah?	Biaya tetap, efektivitas tetap
Pemerataan	apakah biaya manfaat didistribusikan secara merata pada kelompok-kelompok yang berbeda?	Kriteria pareto, kriteria kaldorhicks, kriteria rawls
Responsivitas	Apakah hasil kebijakan memuaskan kebutuhan/ preferensi atau nilai-nilai kelompok tertentu?	Konsistensi dengan survei warga negara
Ketepatan	Apakah hasil (tujuan) yang diinginkan berguna atau bernilai	Program publik harus merata dan efisien

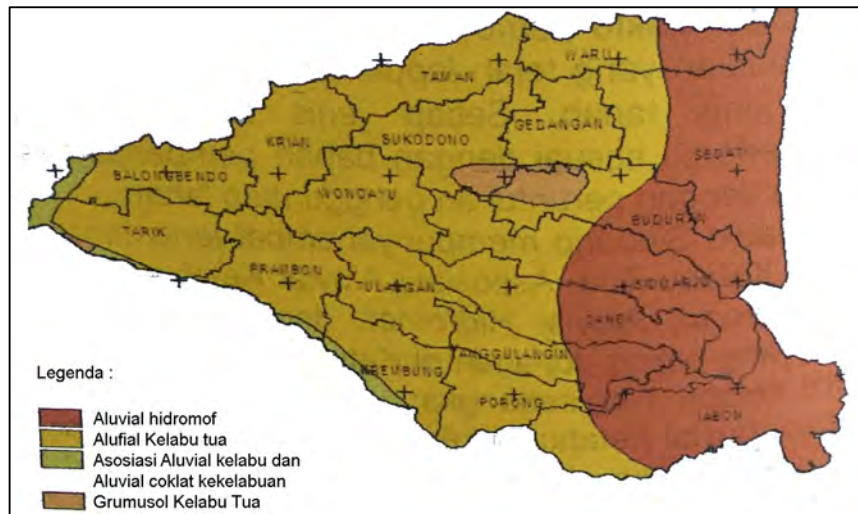
(Sumber : Dunn, 1999)

2. 11. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian ini juga mengacu pada penelitian – penelitian terdahulu sebagai dukungan data awal, diantaranya :

A. Peta Jenis Tanah

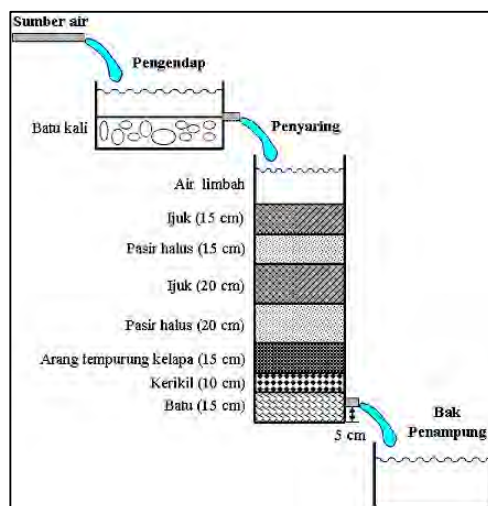
Peta jenis tanah didapat dari hasil penelitian Laboratorium Universitas Brawijaya Malang. Terdiri dari 4 jenis tanah yang dibedakan berdasarkan pembentukannya yaitu Aluvial hidromorf, Aluvial kelabu tua, Asosiasi Aluvial kelabu dan Aluvial coklat kelabuan dan Grumosol kelabu tua. Jenis – jenis tanah tersebut persebarannya di Sidoarjo dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Peta Jenis Tanah (*Laboratorium Universitas Brawijaya, 2007*)

B. Saringan air sederhana

Cara menjernihkan air disini dibuat dengan alat dan bahan yang mudah didapat sehingga siapa saja dapat membuatnya. Bahan yang dipakai antara lain ijuk, pasir halus, arang tempurung kelapa, kerikil dan batu yang tersusun seperti Gambar 2.9 dibawah ini



Gambar 2.9 Penampang Saringan Air Sederhana (*Kemendikbud dalam aimyaya, 2015*)

BAB III

METODE PENELITIAN

3. 1. UMUM

Penelitian ini dimulai dari menginventaris data primer dan sekunder yang kemudian dianalisa dan dievaluasi dari aspek teknis, aspek lingkungan dan aspek kelembagaan. Pada aspek teknis diketahui kuantitas air yang dapat diresapkan oleh saluran porous. Aspek lingkungan mengetahui kualitas rona awal air disalurkan dan kualitas air saluran setelah difiltrasi dengan berbagai media filtrasi. Media filtrasi yang paling efektif dalam memperbaiki kualitas air saluran dapat ditentukan dari hasil uji laboratorium. Aspek kelembagaan didapat kriteria penting lembaga yang menangani permasalahan banjir dan genangan agar dapat menjalankan drainase berwawasan lingkungan terutama saluran porous.

3. 2. ALUR PELAKSANAAN PENELITIAN

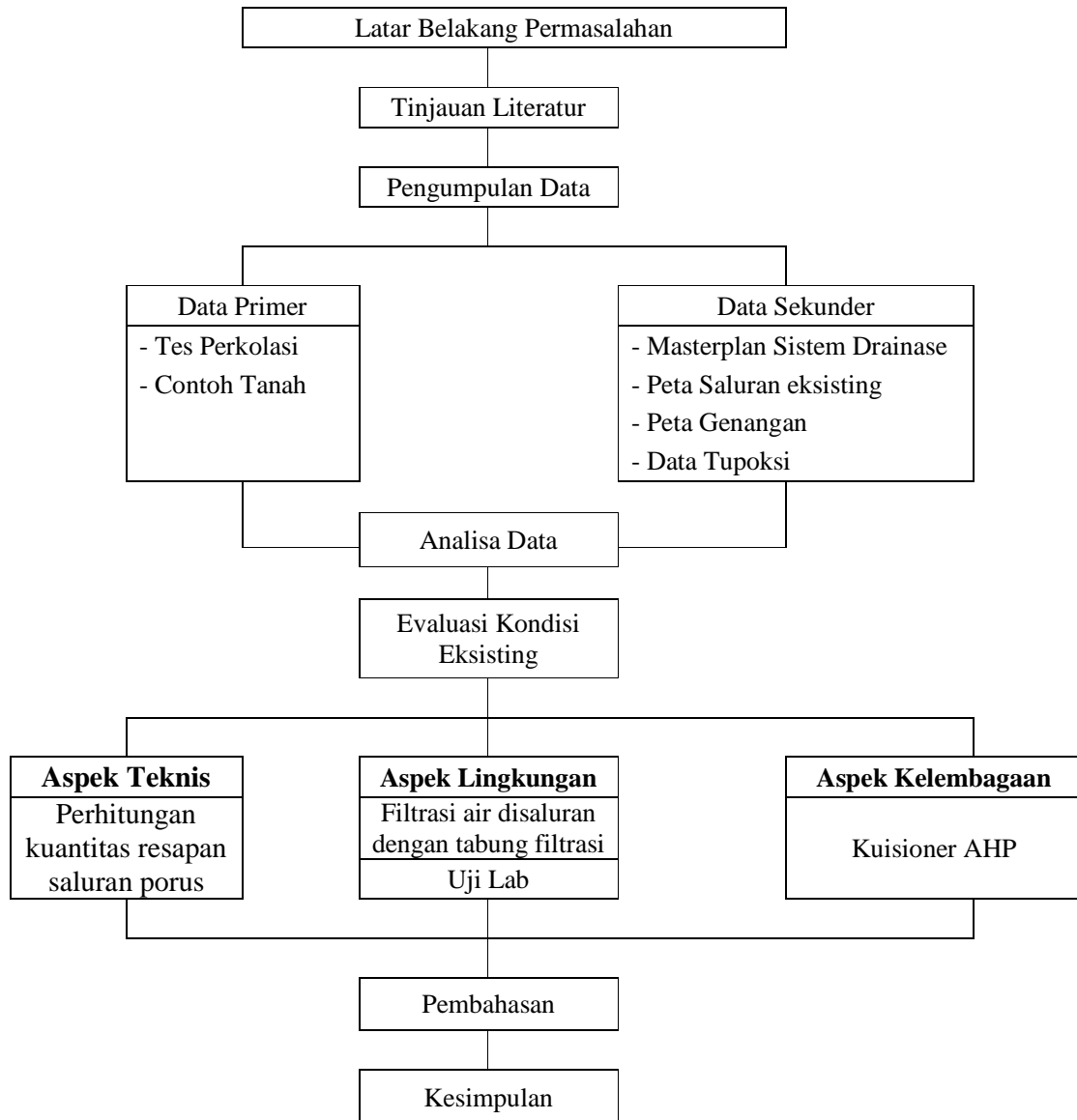
Data primer terlebih dahulu dicari dengan cara melakukan penelitian setempat dan uji laboratorium. Data sekunder dikumpulkan dari Dinas dan Instansi yang terkait. Setelah mendapatkan data-data primer maupun sekunder maka dilakukan analisa terhadap kondisi eksisting.

Data permeabilitas tanah diolah untuk mendapatkan kuantitas resapan saluran porous dengan percobaan perhitungan memperhatikan faktor geometri saluran. Perhitungan yang menghasilkan nilai kuantitas resapan tertinggi yang akan menjadi rekomendasi.

Hasil uji air saluran yang telah difiltrasi dengan menggunakan bermacam – macam media dan metode akan menghasilkan nilai penurunan polutan. Nilai penurunan yang tertinggi yang akan direkomendasikan.

Analisa kelembagaan dilakukan dengan mengumpulkan data tupoksi yang dikomparasi dengan teori kelembagaan. Dianalisa hirarkinya agar tupoksi

terpenting dalam pembangunan, pemeliharaan dan pengelolaan sistem drainase khususnya saluran porous dapat dilaksanakan oleh Dinas dan Instansi yang sesuai. Untuk selanjutnya skema alur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.

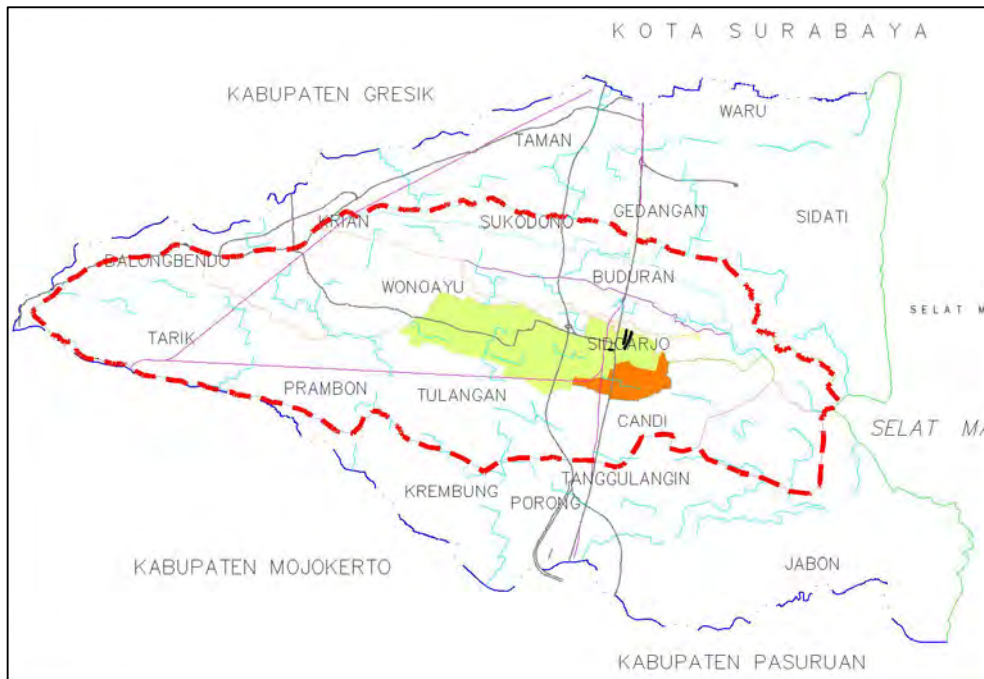


Gambar 3.1 Skema Alur Pelaksanaan Penelitian

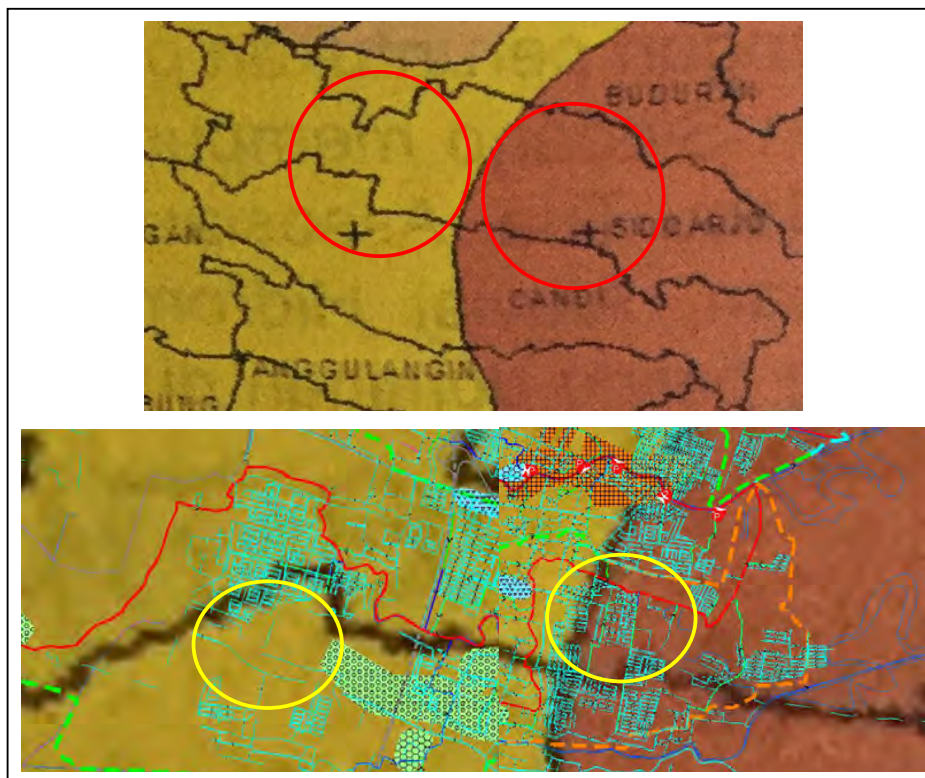
3. 3. METODE PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data terdiri dari dua bagian yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer meliputi:

- a. Melakukan tes perkolasi pada 2 (dua) lokasi yang memiliki jenis tanah yang berbeda yaitu alufial kelabu tua dan alluvial hidromof. Tes perkolasi dilakukan ditempat dengan membuat lubang – lubang yang ditutupi agar tidak terkena air hujan. Tes perkolasi ini menghasilkan data permeabilitas tanah.
- b. Melakukan pengambilan contoh dan melakukan pengujian contoh tanah utuh (undisturbed soil sample) di laboratorium dengan jenis tanah alufial kelabu tua dan alluvial hidromof dari sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan. Jenis tanah di Perkotaan Sidoarjo Rayon Selatan (Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan) adalah tanah alluvial hidromof dan tanah alluvial kelabu tua. Titik lokasi tes perkolasi didasarkan pada kedua jenis tanah tersebut, sehingga dapat dibandingkan laju perkolasi dari kedua jenis tanah. Sub DAS Sidokare jenis tanahnya didominasi alluvial kelabu tua. Sub DAS Sekardangan terdiri dari 2 (dua) jenis tanah alluvial kelabu tua dan alluvial hidromof yang luasannya hampir sama. Terpilihlah titik lokasi tes perkolasi untuk jenis tanah alluvial kelabu tua berada pada Sub DAS Sidokare dan Alluvial hidromof pada Sub DAS Sekardangan. Posisi Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan terhadap Kabupaten Sidoarjo dapat dilihat pada Gambar 3.2. Titik sampel ditunjukkan pada Gambar 3.3. Metode yang digunakan adalah grab sampling dengan menggunakan tabung dari pipa pvc 4”.



Gambar 3.2 Lokasi Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan



Gambar 3.3 Lokasi titik tes perkolasi

Langkah – langkah Tes Perkolasi adalah sebagai berikut :

- Sub DAS Sidokare

Lokasi : Desa Suko

Situasi : Lahan Pekarangan di Permukiman

Jenis Tanah : Aluvial Kelabu Tua

Alat : Pipa pvc 4” panjang 60cm, linggis, cetok, meteran

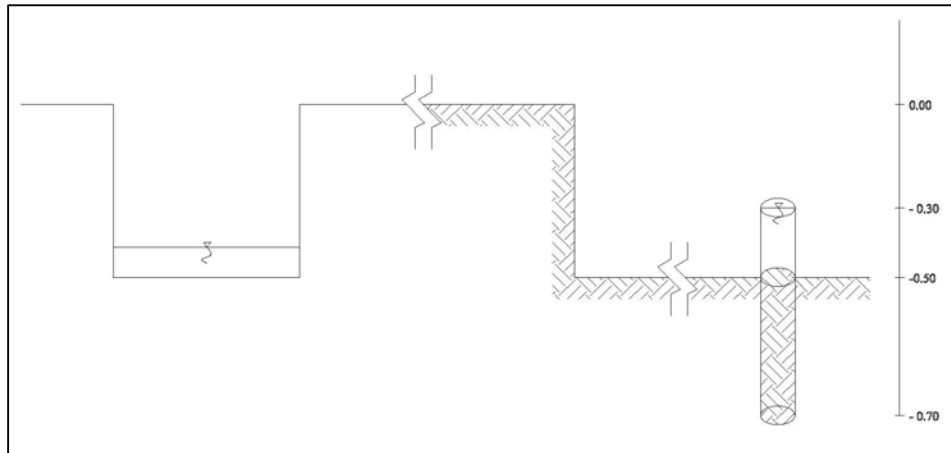
Pipa ditanam pada lubang sampai pipa yang tersisa diatas permukaan sepanjang 20 cm (Gambar 3.4 – 3.5). Elevasi tanah dari permukaan adalah -0,50 m karenanya tidak diperlukan penggalian. Detai penampang lubang beserta elevasinya dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.4 Penanaman Pipa dengan balok



Gambar 3.5 Pipa 20cm diatas permukaan tanah



Gambar 3.6 Penampang Lubang Tes Perkolasi A

Tanah yang akan dites dalam keadaan basah. Setelah persiapan siap, lubang diberi air sampai pipa penuh terlihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Pipa diisi air sampai penuh

- Sub DAS Sekardangan

Lokasi : Perum. Griya Permata Hijau, Desa Sekardangan

Situasi : Lahan Perluasan Perumahan, bekas sawah

Jenis Tanah : Aluvial Hidromorf

Alat : Pipa pvc 4" panjang 75cm, linggis, cetok, meteran

Tanah dilubangi terlebih dahulu dengan diameter lebih besar dari pipa kurang lebih 15 cm dengan kedalaman 40 cm (Gambar 3.8). Pipa ditanam pada lubang sampai pipa rata dengan permukaan tanah (Gambar 3.9). Detail penampang lubang beserta elevasinya dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut ini.

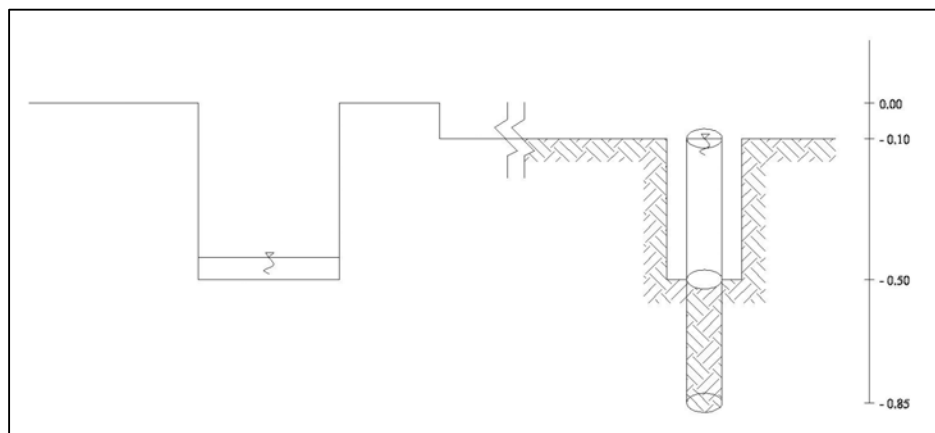


Gambar 3.8 Lubang kedalaman 40cm



Gambar 3.9 Penanaman Pipa

Elevasi tanah - 0,10 m dari permukaan, karenanya diperlukan penggalian tanah sedalam 0,40 m agar dasar tanah tes perkolasi pada lokasi ini sama dengan elevasi dasar saluran.



Gambar 3.10 Penampang Lubang Tes Perkolasi B

Tanah yang akan dites dalam keadaan basah. Setelah persiapan siap, lubang diberi air sampai pipa penuh terlihat pada Gambar 3.11.

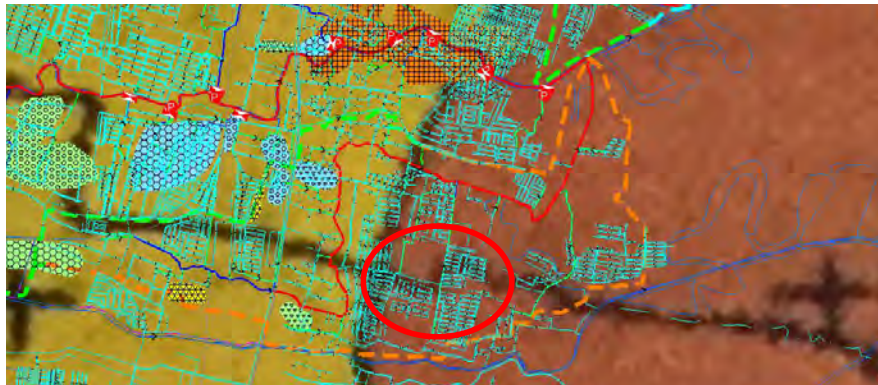


Gambar 3.11 Pengisian Air

- c. Pengambilan contoh air pada saluran tersier dipermukiman padat dari Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan. Unsur yang dites adalah TSS, BOD, Detergen dan *E-coli*. Metode yang digunakan mengikuti SNI 06-2412-1991. Titik pengambilan sampel dituangkan pada Gambar 3.12 dan Gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.12 Titik Sampel pada Sub DAS Sidokare



Gambar 3.13 Titik Sampel pada Sub DAS Sekardangan

Data sekunder adalah data yang sudah dikumpulkan, diolah dan disusun oleh instansi-instansi yang berwenang. Data-data sekunder yang dibutuhkan adalah:

- a. Pengumpulan peta-peta yang terkait dengan daerah studi. Peta-peta yang dimaksudkan adalah peta yang memuat jalan-jalan dalam kota (Dinas PU. Bina Marga), peta saluran di permukiman (Dinas PU. Cipta Karya), peta sungai (Dinas PU. Pengairan) yang ada pada daerah studi.

- b. Pengumpulan Peta Garis yang menunjukkan jalan, sungai-sungai, batas-batas administrasi, sistem jaringan yang ada, dan bangunan yang ada (Bappeda).
- c. Pengumpulan data-data penunjang yaitu Jaringan Drainase dan irigasi Existing (Dinas PU. Pengairan).
- d. Pengumpulan data daya dukung tanah dan koefisien permeabilitasnya (Bappeda)
- e. Pengumpulan data tupoksi lembaga pengelola drainase (Bappeda, Dinas PU. Cipta Karya, PU. Pengairan dan PU Bina Marga)

3. 4. ANALISA TEKNIS

1. Pengukuran laju perkolasi setempat

Pencatatan penurunan air pada titik-titik tes perkolasi. Dilakukan 3 kali percobaan dengan lama tiap percobaan 3 hari. Dihitung rata – rata laju peresapannya.

2. Perhitungan kuantitas resapan Saluran Porus

Tes perkolasi yang telah dilakukan akan menghasilkan data permeabilitas tanah setempat. Nilai permeabilitas tersebut digunakan dalam perhitungan kuantitas resapan yang didapat dengan menggunakan rumus 2.1

$$B = \frac{Q}{f.K.H} \left(1 - \exp\left(-\frac{f.K.T}{b}\right) \right)$$

dengan:

- B = panjang saluran (m)
- b = lebar saluran (m)
- Q = debit air masuk (m³/s)
- f = faktor geometrik saluran per satuan panjang (m/m)
- K = koefisien permeabilitas tanah (m/s)
- H = kedalaman efektif saluran (m)
- T = waktu aliran (s)

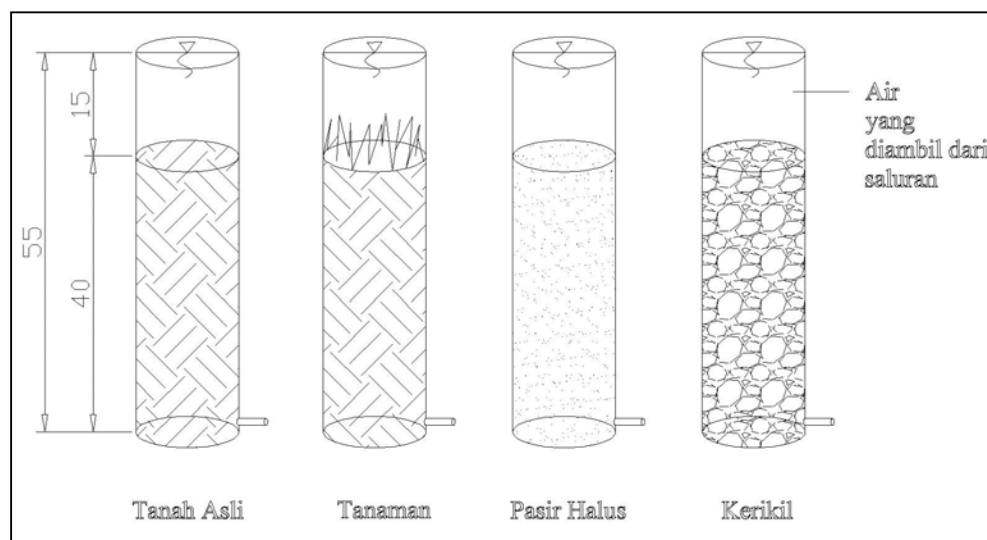
3. Penentuan kriteria lokasi yang tepat untuk pengaplikasian saluran porous.

Dari nilai permeabilitas yang didapatkan dari pengujian langsung dapat ditentukan desain yang tepat dari saluran porous dengan memperhatikan faktor geometrinya.

3. 5. ANALISA LINGKUNGAN

Menganalisa penggunaan drainase swale pada saluran porous. Menganalisa struktur yang tepat dan cara pemeliharaan yang praktis. Diambil sample air dari saluran pada titik – titik tertentu dan dicari nilai TSS, BOD, Detergent dan E-coli. Dengan penggunaan material permeabel didapat penurunan nilai TSS, BOD, Detergent dan E-Coli. Sehingga memenuhi baku mutu yang ada.

Material permeabel yang yaitu tanah asli yang diambil dari lokasi studi, pasir halus, pasir kasar, kerikil dan tanaman diuji dalam analisa laboratorium. Dari berbagai macam jenis material dicari yang paling efektif dalam filtrasi air di saluran. Analisa laboratorium berupa tabung berisi material filtrasi. Air limbah diuji sebelum dimasukan kemodel dan setelah keluar dari model dibandingkan dengan baku mutu air. Tinggi material ditentukan yaitu 40 cm dengan seperti dalam Gambar 3.14 dibawah ini dengan menggunakan pipa pvc diameter 4”.

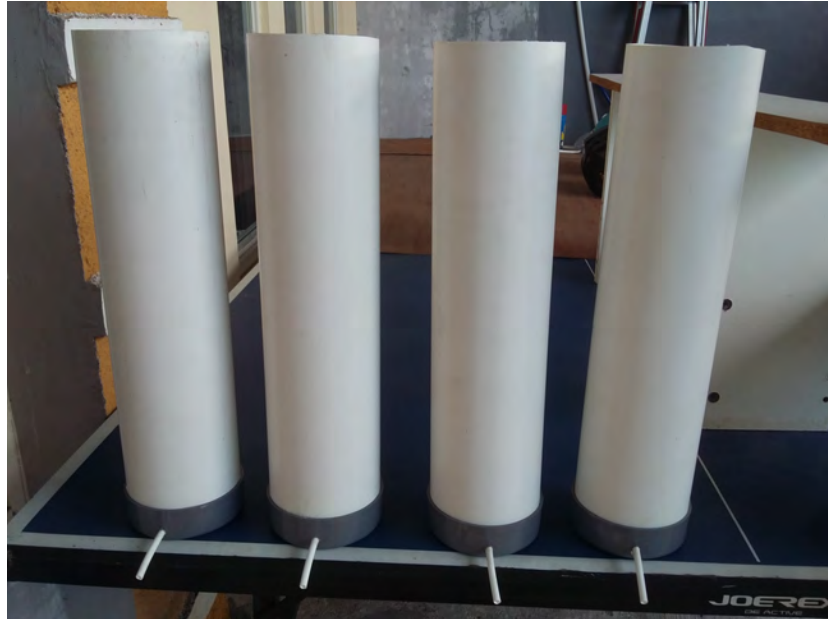


Gambar 3.14 Material Filtrasi

Tabung yang digunakan adalah pipa pvc diameter 4” tinggi 55cm. Material diisi setinggi 40cm dan wadah air saluran setinggi 15 cm. Pelaksanaan uji filtrasi adalah sebagai berikut :

1. Tabung filtrasi

Tabung dari pipa pvc putih diameter 4” diberi penutup dibagian bawah dan ditambahkan selang kecil dengan cara dibor dan dilem (Gambar 3.15).



Gambar 3.15 Tabung Filtrasi

2. Pengisian material

Material tanah asli didapat dengan menanam tabung ke tanah kemudian pipa dicabut. Tanah yang ikut di dalam pipa disesuaikan tingginya. Begitu pula dengan tanah asli bertanaman, setelah disesuaikan tingginya lalu ditambah rumput gajah dibagian atasnya. Pasir halus dan kerikil langsung dimasukan ke tabung dengan disesuaikan tinggi materialnya. Berikut ini tampak atas material didalam tabung uji (Gambar 3.16 – 3.17).



Gambar 3.16 Tanah Asli & Tanaman Rumput Gajah



Gambar 3.17 Pasir & Kerikil

3. Pengisian air

Air yang diambil adalah air dari Saluran Suko (Sub DAS Sidokare) dan Saluran Sekardangan (Sub DAS Sekardangan). Penuangan dilakukan sesuai kebutuhan. Laju perkolasi dari pasir sangat tinggi, hanya membutuhkan waktu kurang dari 10 menit air akan keluar dari selang bawah. Kerikil memiliki laju perkolasi yang lebih tinggi dari pasir sehingga hanya membutuhkan waktu kurang dari 1 menit untuk air dapat mencapai selang

bawah. Berbeda dengan tanah asli yang laju perkolasinya rendah sehingga membutuhkan waktu sehari – hari untuk air mencapai selang bawah.

3. 6. ANALISA KELEMBAGAAN

Analisa kelembagaan dilakukan pada penanggungjawab Drainase Perkotaan Sidoarjo. Dirancang susunan kelembagaan sebagai penanggung jawab pada implementasi dan keberlanjutan dari perencanaan desain. Sehingga rencana desain menjadi mudah untuk diterapkan. Alat analisa yang digunakan adalah AHP. Dimana faktor-faktor diambil dari komparasi antara kategori evaluasi formatif (Dunn, 1999) dengan tupoksi eksisting dari Pemangku Kepentingan permasalahan drainase.

Dinas atau instansi di lingkungan Pemerintah Kabupaten Sidoarjo yang melaksanakan pembangunan, pemeliharaan dan pengelolaan drainase meliputi beberapa dinas yaitu Dinas PU Bina Marga, Dinas PU Pengairan, Dinas PU Cipta Karya dan Bappeda sebagai koordinator. Empat instansi ini yang akan bertindak sebagai responden dilengkapi dengan tokoh masyarakat dan akademisi.

Penanganan kelembagaan bisa berupa penambahan unsur lembaga atau penekanan pada tupoksi dari lembaga yang ada yang didapat dari hasil perhitungan AHP. Prioritas paling tinggi dari variable – variable yang ada akan menjadi titik fokus untuk menentukan langkah selanjutnya.

Alat bantu dalam mengolah data hasil kuisisioner dengan menggunakan program komputer *Expert Choice 11*. Program ini membutuhkan *input* data secara manual tetapi perhitungan bobot kriteria dan alternatif dapat otomatis hasilnya. Bentuk kuisisioner dan daftar pertanyaan dapat dilihat pada Lampiran C.

BAB IV

PEMBAHASAN

4. 1. ASPEK TEKNIS

Penelitian ini dimulai dari aspek teknis yaitu untuk mengetahui kuantitas air yang dapat diresapkan oleh saluran porus. Langkah awal adalah mencari laju perkolasi dengan tes perkolasi setempat. Tes perkolasi dilakukan pada 2 (dua) lokasi yaitu berdasarkan jenis tanah di Perkotaan Sidoarjo.

Kuantitas air yang dapat diresapkan dapat dihitung setelah koefisien permeabilitas dua jenis tanah diketahui. Pengaruh lain terhadap kuantitas air yang dapat diserap adalah kedalaman muka air tanah, dimensi saluran, faktor geometrik saluran, waktu aliran.

4. 2. 1. Tes Perkolasi

Laju perkolasi didapat dengan melakukan tes perkolasi setempat. Percobaan dilakukan dengan mencatat penurunan air pada pipa percobaan. Lokasi percobaan berada di 2 titik yaitu pada Sub DAS Sidokare di Desa Suko (Lokasi A) dan pada Sub DAS Sekardangan di Desa Sekardangan (Lokasi B). Jenis tanah pada Desa Sukon adalah Aluvial kelabu tua dan pada Desa Sekardangan adalah Aluvial hidromorf.

Percobaan dilakukan selama 3 kali pada 3 hari berturut-turut. Dicatat setiap 12 jam sekali. Hasil pencatatan percobaan pertama sampai ketiga di Sub DAS Sidokare tercatat pada Tabel 4.1 – 4.3 sedangkan di Sub DAS Sekardangan pada Tabel 4.4 - 4.6.

Tabel 4.1 Penurunan Air Tes Perkolasi Lokasi A (Percobaan 1)

Pukul	Penurunan (mm)	Akumulasi (mm)	Akumulasi per24jam(mm)
<i>Hari 1</i>			
06.30	0.00	0,00	0,00
18.30	9.50	9,50	9,50
<i>Hari 2</i>			
06.30	9.00	18,50	18,50
18.30	10.00	28,50	10,00
<i>Hari 3</i>			
06.30	10.50	39,00	20,50
18.30	9.00	48,00	9,00
<i>Hari 4</i>			
06.30	9.00	57,00	18,00
18.30	8.50	65,50	8,50

Sumber : Hasil Pencatatan

Tabel 4.2 Penurunan Air Tes Perkolasi Lokasi A (Percobaan 2)

Pukul	Penurunan (mm)	Akumulasi (mm)	Akumulasi per24jam(mm)
<i>Hari 1</i>			
17.00	0,00	0,00	0,00
<i>Hari 2</i>			
05.00	9,00	9,00	9,00
17.00	9,50	18,50	18,50
<i>Hari 3</i>			
05.00	9,50	28,00	9,50
17.00	9,00	37,00	18,50
<i>Hari 4</i>			
05.00	9,00	46,00	9,00
17.00	8,50	54,50	17,50

Sumber : Hasil Pencatatan

Tabel 4.3 Penurunan Air Tes Perkolasi Lokasi A (Percobaan 3)

Pukul	Penurunan (mm)	Akumulasi (mm)	Akumulasi per24jam(mm)
<i>Hari 1</i>			
16.30	0,00	0,00	0,00
<i>Hari 2</i>			
04.30	10,00	10,00	10,00
16.30	9,50	19,50	19,50
<i>Hari 3</i>			
04.30	9,50	29,00	9,50
16.30	9,00	38,00	18,50
<i>Hari 4</i>			
04.30	9,00	47,00	9,00
16.30	9,50	56,50	18,50

Sumber : Hasil Pencatatan

Tabel 4.4 Penurunan Air Tes Perkolasi Lokasi B (Percobaan 1)

Pukul	Penurunan (mm)	Akumulasi (mm)	Akumulasi per24jam(mm)
<i>Hari 1</i>			
07.00	0,00	0,00	0,00
19.00	5,50	5,50	5,50
<i>Hari 2</i>			
07.00	5,00	10,50	10,50
19.00	4,50	15,00	4,50
<i>Hari 3</i>			
07.00	4,50	19,50	9,00
19.00	5,00	24,50	5,00
<i>Hari 4</i>			
07.00	5,00	29,50	10,00
19.00	4,50	34,00	4,50

Sumber : Hasil Pencatatan

Tabel 4.5 Penurunan Air Tes Perkolasi Lokasi B (Percobaan 2)

Pukul	Penurunan (mm)	Akumulasi (mm)	Akumulasi per24jam(mm)
<i>Hari 1</i>			
17.30	0,00	0,00	0,00
<i>Hari 2</i>			
05.30	6,00	6,00	6,00
17.30	5,00	11,00	11,00
<i>Hari 3</i>			
05.30	4,50	15,50	4,50
17.30	5,00	20,50	9,50
<i>Hari 4</i>			
05.30	4,50	25,00	4,50
17.30	4,00	29,00	8,50

Sumber : Hasil Pencatatan

Tabel 4.6 Penurunan Air Tes Perkolasi Lokasi B (Percobaan 3)

Pukul	Penurunan (mm)	Akumulasi (mm)	Akumulasi per24jam(mm)
<i>Hari 1</i>			
17.00	0,00	0,00	0,00
<i>Hari 2</i>			
05.00	5,00	5,00	5,00
17.00	5,00	10,00	10,00
<i>Hari 3</i>			
05.00	5,50	15,50	5,50
17.00	6,00	21,50	11,50
<i>Hari 4</i>			
05.00	4,50	26,00	4,50
17.00	5,00	31,00	9,50

Sumber : Hasil Pencatatan

Dari hasil pencatatan dapat dihitung berapa permeabilitas dari ke dua jenis tanah tersebut. Perhitungan permeabilitas didapat dari penurunan air akumulasi per24 jam dari mm dijadikan satuan cm tiap detik. Hasil perhitungan didapat pada Tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Perhitungan Koefisien Permeabilitas (K)

		Sub DAS Sidokare	Sub DAS Sekardangan
		Desa Suko (Aluvial Kelabu Tua)	Desa Sekardangan (Aluvial Hidromof)
Percobaan I (cm/detik)	1	2,1412 x 10 ⁻⁵	1,2153 x 10 ⁻⁵
	2	2,3727 x 10 ⁻⁵	1,0417 x 10 ⁻⁵
	3	2,0833 x 10 ⁻⁵	1,1574 x 10 ⁻⁵
Percobaan II (cm/detik)	1	2,1412 x 10 ⁻⁵	1,2731 x 10 ⁻⁵
	2	2,1412 x 10 ⁻⁵	1,0995 x 10 ⁻⁵
	3	2,0255 x 10 ⁻⁵	0,9838 x 10 ⁻⁵
Percobaan III (cm/detik)	1	2,2569 x 10 ⁻⁵	1,1574 x 10 ⁻⁵
	2	2,1412 x 10 ⁻⁵	1,3310 x 10 ⁻⁵
	3	2,1412 x 10 ⁻⁵	1,0995 x 10 ⁻⁵
Rata-rata		2,1605 x 10⁻⁵	1,1510 x 10⁻⁵

Sumber : Hasil Perhitungan

Koefisien permeabilitas (K) diambil dari nilai rata – rata dari 3 kali percobaan yang masing – masing percobaan dilakukan selama 3 hari berturut – turut. Koefisien Permeabilitas untuk jenis tanah alluvial kelabu tua yaitu $2,1605 \times 10^{-5}$ cm/detik sedangkan alluvial hidromof $1,1510 \times 10^{-5}$ cm/detik. Merujuk dari Tabel 2.3 koefisien permeabilitas tanah oleh Sosrodarsono dan Kazuto (1994) tanah aluvial kelabu tua dan alluvial hidromof pada lokasi studi masuk pada kategori jenis tanah berdasarkan teksturnya yaitu lanau dan lempung. Tekstur tanah lanau memiliki koefisien permeabilitas $4,5 \times 10^{-4}$ cm/detik dan tanah lempung 3×10^{-6} cm/detik. Koefisien permeabel alluvial kelabu tua dan alluvial hidromof yang bertekstur lanau lempung laju perkolasinya sedang hingga lambat seperti pernyataan Serief dalam Januardin (2008) yaitu pada tekstur tanah pasir, laju perkolasi akan sangat cepat, pada tekstur tanah lempung laju perkolasi adalah sedang hingga cepat dan pada tekstur liat laju perkolasi akan lambat.

Sub DAS Sekardangan berada lebih dekat dengan pantai dibandingkan yang mengakibatkan koefisien permeabilitasnya lebih kecil dari Koefisien Permeabilitas Sub DAS Sidokare yang posisinya lebih ke hulu. Dipengaruhi oleh

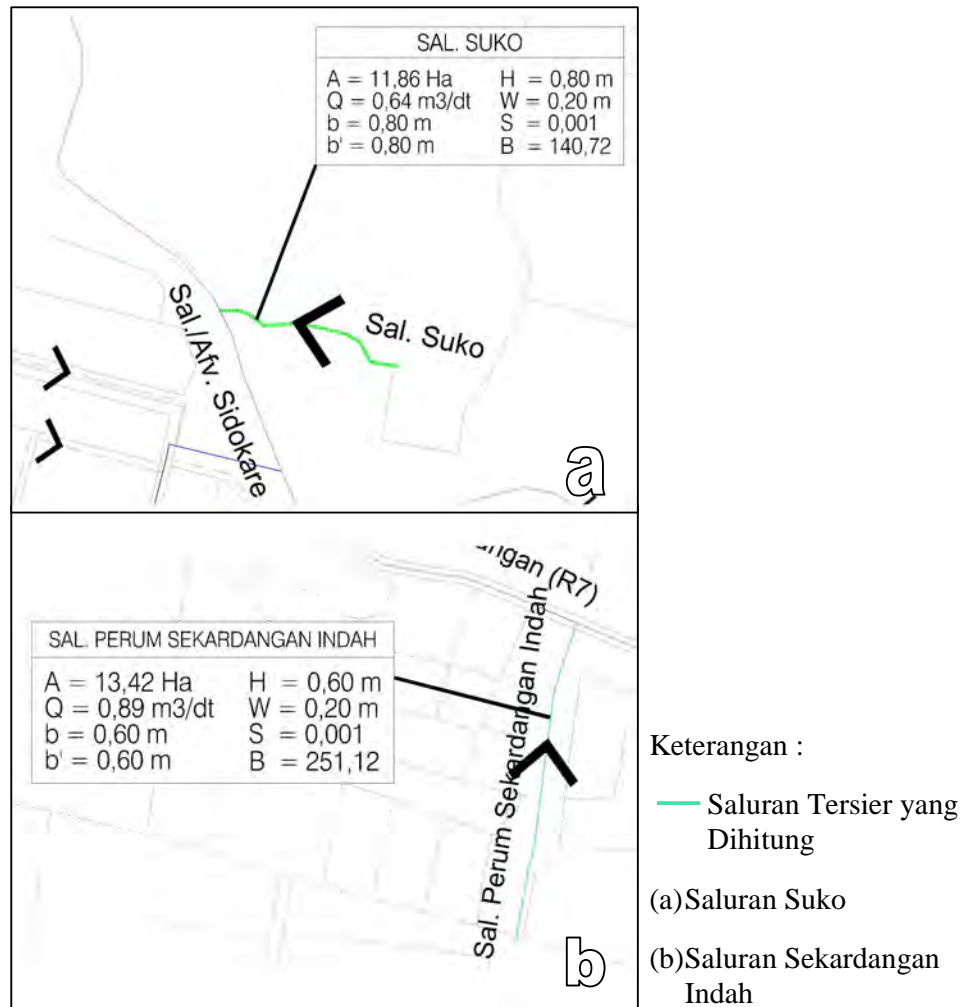
muka air tanahnya, semakin kehilir (mendekati pantai) muka air tanah semakin rendah dan mendekati nol.

Rendahnya permeabilitas tanah di Perkotaan Sidoarjo tidak lepas dari sejarah Kabupaten Sidoarjo sebagai lumbung padi Jawa Timur. Pemanfaatan lahan di Sidoarjo didominasi oleh persawahan. Tanah persawahan adalah tanah 27 % lempung dan 25% lempung berliat (Agustina dkk, 2012). Hampir semua perumahan dan permukiman di Perkotaan Sidoarjo dibangun diatas tanah bekas sawah. Tanah sawah memang diharapkan tidak mudah meresapkan air agar dapat menahan unsur hara dan menampung air dipermukaan.

Tanah lempung dan lempung berliat tidak begitu disarankan untuk penerapan drainase berwawasan lingkungan yang sifatnya menyerap air. Ini berlaku untuk sumur resapan dan biopori. Sampai saat ini ketentuan teknis tentang saluran porus masih belum ada. Semakin tinggi koefisien permeabilitas tanahnya maka semakin efektif saluran porus untuk diterapkan. Maka akan lebih efektif saluran porus diterapkan pada Sub DAS Sidokare yang memiliki koefisien permeabilitas yang lebih besar dibandingkan Sub DAS Sekardangan.

4. 2. 2. Perhitungan Kuantitas Resapan Saluran Porus

Kuantitas Resapan saluran porus didapat dari perhitungan yang dipengaruhi faktor geometrik saluran. Penampang saluran yang diteliti berbentuk persegi, maka faktor geometriknya dihitung berdasarkan rumus untuk bentuk saluran persegi (Tabel 2.6). Perhitungan debit resapan atau debit air masuk dipengaruhi lebar saluran (b), tinggi saluran (H), waktu aliran (T) dan panjang saluran (B), faktor geometrik (f) dan Koefisien permeabilitas tanah (K). Dimensi saluran dan waktu aliran didapat dari Master Plan Drainase Kabupaten Sidoarjo. Faktor geometrik saluran didapat dari hasil perhitungan. Koefisien permeabilitas tanah diambil dari hasil tes perkolasi. Contoh perhitungan debit air masuk mengambil 1 (satu) saluran tersier di Sub DAS Sidokare yaitu Saluran Suko dan di Sub DAS Sekardangan yaitu Saluran Sekardangan Indah (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Lokasi saluran yang dihitung

Maka diketahui :

$b_a = b'_a = 0,80 \text{ m}$	$b_b = b'_b = 0,60 \text{ m}$
$B_a = 140,72 \text{ m}$	$B_b = 251,12 \text{ m}$
$T_a = 288 \text{ detik}$	$T_b = 643,2 \text{ detik}$
$H_a = 0,80 \text{ m}$	$H_b = 0,60 \text{ m}$
$K_a = 2,1605 \times 10^{-5} \text{ cm/detik} = 2,1605 \times 10^{-7} \text{ m/detik (Aluvial Kelabu Tua)}$	
$K_b = 1,1510 \times 10^{-5} \text{ cm/detik} = 1,1510 \times 10^{-7} \text{ m/detik (Aluvial Hidromof)}$	

Faktor geometrik (f) saluran porus dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada Tabel 2.6 dengan jenis saluran 3b (porus pada dasar saluran saja), yaitu sebagai berikut :

$$f = \frac{8}{\pi} \sqrt{b.b'}$$

a. Faktor Geometrik Saluran Suko

$$f_a = \frac{8}{\pi} \sqrt{0,8 \times 0,8}$$

$$f_a = \frac{8}{\pi} \times 0,8$$

$$f_a = \frac{6,4}{3,14}$$

$$f_a = 2,04$$

b. Faktor Geometrik Saluran Sekardangan Indah

$$f_b = \frac{8}{\pi} \sqrt{0,6 \times 0,6}$$

$$f_a = \frac{8}{\pi} \times 0,6$$

$$f_a = \frac{4,8}{3,14}$$

$$f_a = 1,53$$

Perhitungan debit air masuk yang dipengaruhi dengan panjang saluran dan waktu aliran menggunakan rumus 2.1 adalah sebagai berikut :

$$B = \frac{Q}{f.K.H} \left(1 - \exp\left(-\frac{f.K.T}{b}\right) \right)$$

a. Debit air masuk Saluran Suko

$$140,72m = \frac{Q}{2,04 \times 2,1605 \times 10^{-7} m / \det \times 1m} \left(1 - \exp\left(-\frac{2,04 \times 2,1605 \times 10^{-7} m / \det \times 288 \det}{0,80m}\right) \right)$$

$$140,72m = \frac{Q}{3,526 \times 10^{-7} m^2 / \det} \left(1 - \exp\left(-\frac{1,269 \times 10^{-4} m}{0,80m}\right) \right)$$

$$140,72m = \frac{Q}{3,526 \times 10^{-7} m^2 / \det} (1 - \exp(-1,59 \times 10^{-4}))$$

$$140,72m = \frac{Q}{3,526 \times 10^{-7} m^2 / \det} (1 - 0,9998)$$

$$Q = \frac{140,72m \times 3,526 \times 10^{-7} m^2 / \det}{0,0002}$$

$$Q = 0,3127 m^3 / \det$$

b. Debit air masuk Saluran Sekardangan Indah

$$251,12m = \frac{Q}{1,53 \times 1,151 \times 10^{-7} m / \det \times 1m} \left(1 - \exp\left(-\frac{1,53 \times 1,151 \times 10^{-7} m / \det \times 643,2 \det}{0,60m}\right) \right)$$

$$251,12m = \frac{Q}{1,057 \times 10^{-7} m^2 / \det} \left(1 - \exp\left(-\frac{1,133 \times 10^{-4} m}{0,60m}\right) \right)$$

$$251,12m = \frac{Q}{1,057 \times 10^{-7} m^2 / \det} (1 - \exp(-1,89 \times 10^{-4}))$$

$$251,12m = \frac{Q}{1,057 \times 10^{-7} m^2 / \det} (1 - 0,9998)$$

$$Q = \frac{251,12m \times 1,057 \times 10^{-7} m^2 / \det}{0,0002}$$

$$Q = 0,1406 m^3 / \det$$

dengan:

B	=	panjang saluran (m)
b	=	lebar saluran bawah (m)
b'	=	lebar saluran atas (m)
Q	=	debit air masuk (m^3/s)
f	=	faktor geometrik saluran per satuan panjang (m/m)
K	=	koefisien permeabilitas tanah (m/s)
H	=	kedalaman efektif saluran (m)
T	=	waktu aliran (s)

Potensi debit air masuk pada saluran Suko jika diporuskan adalah $0,3127 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan pada saluran Sekardangan adalah $0,1406 \text{ m}^3/\text{detik}$. Perhitungan ini diterapkan pada semua saluran tersier di Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan untuk mengetahui potensi debit air masuk jika saluran diporuskan. Hasil perhitungan debit air masuk pada saluran tersier di Sub DAS Sidokare yang pada kondisi eksisting kapasitasnya tidak mencukupi dapat dilihat pada Tabel 4.8. Hasil perhitungan debit air masuk pada saluran tersier di Sub DAS Sekardangan yang pada kondisi eksisting juga kapasitasnya tidak mencukupi dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Genangan dan banjir akibat luapan air disaluran yang kapasitasnya tidak mencukupi dapat dikurangi dengan debit air yang masuk atau meresap. Ada 28 (dua puluh delapan) saluran tersier yang kapasitasnya tidak mencukupi di Sub DAS Sidokare dan 14 (empat belas) saluran tersier di Sub DAS Sekardangan. Berkurangnya debit yang tidak tertampung karena debit air meresap dihitung pada Tabel 4.9 untuk Sub DAS Sidokare dan Tabel 4.12 untuk Sub DAS Sekardangan. Debit tidak tertampung (QTT) awal adalah debit rencana yang tidak dapat ditampung oleh saluran eksisting. QTT resap adalah debit tidak tertampung yang telah direduksi oleh debit air masuk atau meresap.

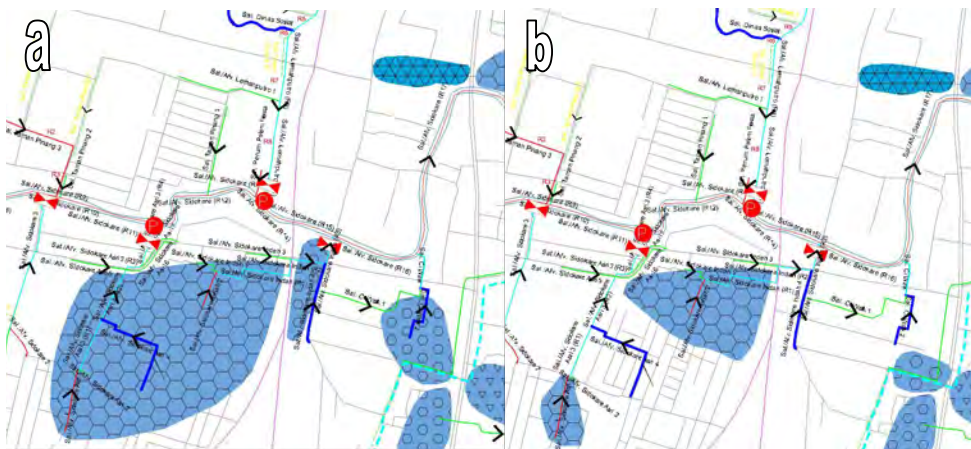
Hasil perhitungan debit tidak tertampung yang ditampilkan pada Tabel 4.9 untuk Sub DAS Sidokare dan Tabel 4.12 untuk Sub DAS Sekardangan dapat digunakan untuk menentukan potensi pengurangan genangan dan banjir. Kondisi eksisting dari Sub DAS Sidokare terdapat 28 (dua puluh delapan) saluran tersier yang kapasitasnya tidak dapat menampung air hujan. Setelah diterapkan saluran porus menurun jumlahnya menjadi 19 (sembilan belas) saluran. 9 (sembilan) saluran sudah tidak lagi meluber karena debit rencana yang tidak tertampung oleh debit normal dari saluran diresapkan kedalam tanah. Saluran tersier eksisting yang kapasitasnya tidak dapat menampung debit air hujan pada Sub DAS Sekardangan berjumlah 14 (empat belas). Setelah penerapan saluran porus menurun jumlahnya menjadi 7 (tujuh) saluran tersier. Peresapan air kedalam tanah mengakibatkan 7 (tujuh) saluran lainnya dapat menampung debit air hujan.

Total debit tidak tertampung pada kondisi eksisting dari 28 (dua puluh delapan) saluran tersier di Sub DAS Sidokare adalah $14,19 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan setelah diresapkan menjadi $8,46 \text{ m}^3/\text{detik}$. Penerapan saluran porus dapat mengurangi debit air yang tidak tertampung $5,73 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau 40,4 %. Total debit yang tidak tertampung dari 14 (empat belas) saluran tersier di Sub DAS Sekardangan adalah $3,81 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit tidak tertampung berkurang menjadi $1,44 \text{ m}^3/\text{detik}$ setelah penerapan saluran porus. Pengurangan debit tidak tertampung di Sub DAS Sekardangan adalah $2,37 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau 62 %.

Genangan adalah jika tinggi genangan minimal 10 cm dengan lama menggenang minimal 1 jam (Permen PU 12 Tahun 2014). Terdapat 19 saluran tersier yang kapasitasnya tetap tidak dapat menampung debit air hujan. Genangan hanya terjadi di 2 (dua) saluran tersier dari 19 (sembilan belas) saluran yang kapasitasnya tidak memenuhi. Pengaruh langsung penerapan saluran porus di saluran tersier pada Sub DAS Sidokare terhadap genangan dapat dihitung pada 2 (dua) saluran yang mengakibatkan genangan tersebut dan berkurangnya luas genangan dapat dilihat pada Gambar 4.2. Perhitungan pengurangan tinggi, luas, volume dan lama genangan terhadap 2 (dua) saluran tersier dapat dilihat pada Tabel 4.10. Saluran Sidokare Asri dan Saluran Sidokare Indah 2 genangan dapat tereduksi tinggi, luas, volume dan lamanya. Pada Saluran Sidokare Asri tinggi

genangan semula 50 cm menjadi 10 cm dengan lama genangan semula 480 menit menjadi 91 menit. Saluran Sidokare Indah 2 tinggi genangan semula 50 cm menjadi 13 cm dengan lama genangan semula 480 menit menjadi 125 menit. 7 (tujuh) saluran tersier di Sub DAS Sekardangan yang kapasitasnya tidak dapat menampung debit air hujan tidak memenuhi kriteria sebagai genangan karena tingginya tidak lebih dari 10 cm dan lama genangan tidak lebih dari 1 (satu) jam. Tidak ada perhitungan penurunan genangan pada Sub DAS Sekardangan.

Faktor yang mempengaruhi tingkat pengurangan debit tidak tertampung ternyata bukan hanya koefisien permeabilitasnya saja. Faktor lain yang juga sangat berperan adalah besarnya debit tidak tertampung awal, lebar saluran dan total panjang saluran yang ada. Total panjang saluran akan berbanding lurus dengan besarnya pengurangan debit tidak tertampung. Karenanya Sub DAS Sidokare dengan total panjang saluran 10.393 m dengan debit luapan total 14,19 m³/detik hanya mampu mengurangi 40,4 % luapan walaupun koefisien permeabilitasnya $2,1605 \times 10^{-7}$ m/detik. Berbeda dengan Sub DAS Sekardangan yang total panjang salurannya 3.590 m tapi debit tidak tertampung awalnya hanya 3,81 m³/detik. Saluran tersier di Sub DAS Sekardangan mampu mengurangi 62 % debit luapan walaupun koefisien permeabilitasnya hanya $1,151 \times 10^{-7}$ m/detik.



Gambar 4.2 Reduksi Luas Genangan Sub DAS Sidokare
(A) Awal (B) Reduksi

Tabel 4.8 Perhitungan Debit Air Masuk pada saluran tersier di Sub DAS Sidokare

No.	Nama Saluran	B (m)	f (m/m)	K (m/det)	H (m)	T (det)	b (m)	b' (m)	f.K.H	f.K.T	Q (m ³ /det)
		1	2	3	4	5	6	7	8 (2x3x4)	9 (2x3x5)	10
1	Sal. Suko	140,72	2,04	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,8	288	0,8	0,8	3,5197 x 10 ⁻⁷	1,2671 x 10 ⁻⁴	0,3127
2	Sal. Puri 2	803,5	2,04	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,6	1857,6	0,8	0,8	2,6397 x 10 ⁻⁷	8,1726 x 10 ⁻⁴	0,2077
3	Sal. Puri 3	130,03	2,29	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,5	322,2	0,9	0,9	2,4748 x 10 ⁻⁷	1,5947 x 10 ⁻⁴	0,1816
4	Sal. Puri 4	158,24	2,55	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,9	284,4	1	1	4,9495 x 10 ⁻⁷	1,5640 x 10 ⁻⁴	0,5008
5	Sal. Pondok Mutiara 4	426,38	2,04	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,6	985,8	0,8	0,8	2,6397 x 10 ⁻⁷	4,3371 x 10 ⁻⁴	0,2077
6	Sal. Pondok Mutiara 3	449,42	1,53	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,5	1258,8	0,6	0,6	1,6498 x 10 ⁻⁷	4,1536 x 10 ⁻⁴	0,1071
7	Sal. Sumokali 2	87,05	2,90	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,5	200,4	1	1,3	3,1352 x 10 ⁻⁷	1,2566 x 10 ⁻⁴	0,2172
8	Sal. Sepande	792,56	3,82	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,8	1303,2	1,5	1,5	6,5993 x 10 ⁻⁷	10,7503 x 10 ⁻⁴	0,7301
9	Sal. Sidokare 2	108,47	1,27	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,5	323,4	0,5	0,5	1,3749 x 10 ⁻⁷	0,8893 x 10 ⁻⁴	0,0839
10	Sal. Tamanpinang 3	638,94	3,05	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,8	1127,4	1,2	1,2	5,2795 x 10 ⁻⁷	7,4401 x 10 ⁻⁴	0,5442
11	Sal. Sidokare Asri 1	193,59	2,55	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,5	467,4	1	1	2,7497 x 10 ⁻⁷	2,5704 x 10 ⁻⁴	0,2071
12	Sal. Sidokare Asri 4	343,17	2,04	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,8	702,6	0,8	0,8	3,5197 x 10 ⁻⁷	3,0911 x 10 ⁻⁴	0,3127
13	Sal. Perum Palm Fiesta	74,39	1,27	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,4	254,4	0,5	0,5	1,0999 x 10 ⁻⁷	0,6995 x 10 ⁻⁴	0,0585
14	Sal. GOR 1	428,44	3,12	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,8	730,8	1	1,5	5,3883 x 10 ⁻⁷	4,9223 x 10 ⁻⁴	0,4691
15	Sal. GOR 2	938,77	4,18	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,8	1478,4	1,5	1,8	7,2292 x 10 ⁻⁷	13,3596 x 10 ⁻⁴	0,7623
16	Sal. Magersari 3	87,71	1,53	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,6	225	0,6	0,6	1,9798 x 10 ⁻⁷	0,7424 x 10 ⁻⁴	0,1403
17	Sal. Dinas Sosial	557,36	2,55	2,1605 x 10 ⁻⁷	1	966,6	1	1	5,4995 x 10 ⁻⁷	5,3158 x 10 ⁻⁴	0,5768
18	Sal. Sidokare Indah 2	116,34	1,53	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,6	298,2	0,6	0,6	1,9798 x 10 ⁻⁷	0,9840 x 10 ⁻⁴	0,1405

Tabel 4.8 Perhitungan Debit Air Masuk pada saluran tersier di Sub DAS Sidokare (Lanjutan)

No.	Nama Saluran	B (m)	f (m/m)	K (m/det)	H (m)	T (det)	b (m)	b' (m)	f.K.H	f.K.T	Q (m³/det)
		1	2	3	4	5	6	7	8 (2x3x4)	9 (2x3x5)	10
19	Sal. Sidokare Indah 4	247,15	6,36	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,7	388,2	2,5	2,5	9,6240 x 10 ⁻⁷	5,3372 x 10 ⁻⁴	1,1143
20	Sal. Ci Walk 2	206,45	2,04	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,5	353,4	0,8	0,8	2,1998 x 10 ⁻⁷	1,5548 x 10 ⁻⁴	0,2337
21	Sal. Gang Daleman	127,97	1,53	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,6	327,6	0,6	0,6	1,9798 x 10 ⁻⁷	1,0810 x 10 ⁻⁴	0,1406
22	Sal. Magersari 2	264,58	3,05	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,65	482,4	1,2	1,2	4,2896 x 10 ⁻⁷	3,1835 x 10 ⁻⁴	0,4279
23	Sal. Teuku Umar 1	53,46	1,02	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,4	178,8	0,4	0,4	0,8799 x 10 ⁻⁷	0,3933 x 10 ⁻⁴	0,0478
24	Sal. Teuku Umar 2	95,76	1,02	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,4	319,8	0,4	0,4	0,8799 x 10 ⁻⁷	0,7035 x 10 ⁻⁴	0,0479
25	Sal. Ramayana	67,78	3,60	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,8	114	1	2	6,2219 x 10 ⁻⁷	0,8866 x 10 ⁻⁴	0,4757
26	Sal. BCF 2	1.658,65	2,55	2,1605 x 10 ⁻⁷	1	2.877	1	1	5,4995 x 10 ⁻⁷	15,8219 x 10 ⁻⁴	0,5770
27	Sal. Perum Bulu Kidul 2	250,5	1,27	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,5	747,6	0,5	0,5	1,3749 x 10 ⁻⁷	2,0557 x 10 ⁻⁴	0,0838
28	Sal. Perum Bulu Kidul 3	564,07	1,27	2,1605 x 10 ⁻⁷	0,5	1.683	0,5	0,5	1,3749 x 10 ⁻⁷	4,6278 x 10 ⁻⁴	0,0838

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.9 Pengurangan QTT setelah penerapan saluran porus pada saluran tersier di Sub DAS Sidokare

No.	Nama Saluran	Q _{rencana} (m ³ /det)	Q _{saluran} (m ³ /det)	QTT _{awal} (m ³ /det)	Q _{resap} (m ³ /det)			QTT _{resap}	Keterangan
						1	2		
1	Sal. Suko	0.61	0.23	0.38	0.31		0.07	0.07	
2	Sal. Puri 2	0.69	0.14	0.55	0.21		0.34	0.34	
3	Sal. Puri 3	1.52	0.11	1.41	0.18		1.23	1.23	
4	Sal. Puri 4	0.72	0.39	0.33	0.50		-0.17	-	Aman
5	Sal. Pondok Mutiara 4	0.43	0.14	0.29	0.21		0.08	0.08	
6	Sal. Pondok Mutiara 3	0.74	0.06	0.68	0.11		0.57	0.57	
7	Sal. Sumokali 2	3.62	0.14	3.48	0.22		3.26	3.26	
8	Sal. Sepande	1.44	0.55	0.89	0.73		0.16	0.16	
9	Sal. Sidokare 2	0.39	0.05	0.34	0.08		0.26	0.26	
10	Sal. Tamanpinang 3	1.09	0.41	0.68	0.54		0.14	0.14	
11	Sal. Sidokare Asri 1	0.38	0.12	0.26	0.21		0.05	0.05	
12	Sal. Sidokare Asri 4	0.4	0.23	0.17	0.31		-0.14	-	Aman
13	Sal. Perum Palm Fiesta	0.23	0.03	0.2	0.06		0.14	0.14	
14	Sal. GOR 1	1.21	0.42	0.79	0.47		0.32	0.32	
15	Sal. GOR 2	0.74	0.61	0.13	0.76		-0.63	-	Aman
16	Sal. Magersari 3	0.27	0.09	0.18	0.14		0.04	0.04	
17	Sal. Dinas Sosial	0.6	0.46	0.14	0.58		-0.44	-	Aman
18	Sal. Sidokare Indah 2	0.28	0.09	0.19	0.14		0.05	0.05	
19	Sal. Sidokare Indah 4	1.1	0.8	0.3	1.11		-0.81	-	Aman

Tabel 4.9 Pengurangan QTT setelah penerapan saluran porous pada saluran tersier di Sub DAS Sidokare (Lanjutan)

No.	Nama Saluran	Q _{rencana} (m ³ /det)	Q _{saluran} (m ³ /det)	QTT _{awal} (m ³ /det)	Q _{resap} (m ³ /det)		QTT _{resap}	Keterangan
20	Sal. Ci Walk 2	0.23	0.14	0.09	0.23	-0.14	-	Aman
21	Sal. Gang Daleman	0.15	0.09	0.06	0.14	-0.08	-	Aman
22	Sal. Magersari 2	1.11	0.34	0.77	0.43	0.34	0.34	
23	Sal. Teuku Umar 1	0.15	0.03	0.12	0.05	0.07	0.07	
24	Sal. Teuku Umar 2	0.16	0.03	0.13	0.05	0.08	0.08	
25	Sal. Ramayana	0.53	0.44	0.09	0.48	-0.39	-	Aman
26	Sal. BCF 2	0.58	0.46	0.12	0.58	-0.46	-	Aman
27	Sal. Perum Bulu Kidul 2	1.02	0.05	0.97	0.08	0.89	0.89	
28	Sal. Perum Bulu Kidul 3	0.5	0.05	0.45	0.08	0.37	0.37	
		Total	QTT awal	14.19	Total	QTT akhir	8.46	

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

QTT (Q Tak Tertampung)

Saluran yang dapat menampung debit rencana (Aman)

Tabel 4.10 Perhitungan Reduksi Genangan pada saluran tersier di Sub DAS Sidokare

No.	Nama Saluran	Genangan Awal				Q _{rencana} (m ³ /det)	Q _{saluran} (m ³ /det)	Q _{genangan} (m ³ /det)	Q _{resap} (m ³ /det)	Genangan Reduksi				
		Tinggi (m)	Lama (menit)	Luas (m ²)	Volume (m ³)					Q (m ³ /det)	Tinggi (m)	Lama (menit)	Luas (m ²)	Volume (m ³)
1	Sal. Sidokare Asri 1	0.50	480	14,976	7,488	0.38	0.12	0.26	0.21	0.05	0.10	91	3,045.94	289.36
2	Sal. Sidokare Indah 2	0.50	480	10,944	5,472	0.28	0.09	0.19	0.14	0.05	0.13	125	2,853.38	370.94

Tabel 4.11 Perhitungan Debit Air Masuk pada saluran tersier di Sub DAS Sekardangan

No.	Nama Saluran	B (m)	f (m/m)	K (m/s)	H (m)	T (det)	b (m)	b' (m)	f.K.H	f.K.T	Q (m ³ /det)
1	Sal. Sumokali 3	246.09	1.53	1.151 x 10 ⁻⁷	0.6	630.6	0.6	0.6	1.0547 x 10 ⁻⁷	1.1085 x 10 ⁻⁴	0.1405
2	Sal. Larangan Permai 1	87.23	2.04	1.151 x 10 ⁻⁷	0.8	178.8	0.8	0.8	1.8751 x 10 ⁻⁷	0.4191 x 10 ⁻⁴	0.3122
3	Sal. Tenggungan 1	279.63	2.55	1.151 x 10 ⁻⁷	0.8	525.6	1	1	2.3439 x 10 ⁻⁷	1.5399 x 10 ⁻⁴	0.4256
4	Sal. Larangan Permai 2	245.6	2.39	1.151 x 10 ⁻⁷	0.8	463.8	0.8	1.1	2.1987 x 10 ⁻⁷	1.2747 x 10 ⁻⁴	0.3389
5	Sal. Larangan 1	171.69	1.53	1.151 x 10 ⁻⁷	0.6	439.8	0.6	0.6	1.0547 x 10 ⁻⁷	0.7731 x 10 ⁻⁴	0.1405
6	Sal. Kepodang	105.32	1.02	1.151 x 10 ⁻⁷	0.4	386.4	0.4	0.4	0.4688 x 10 ⁻⁷	0.4528 x 10 ⁻⁴	0.0436
7	Sal. Kahuripan	213.49	1.27	1.151 x 10 ⁻⁷	0.5	637.2	0.5	0.5	0.7325 x 10 ⁻⁷	0.9334 x 10 ⁻⁴	0.0838
8	Sal. Celep	211.41	1.78	1.151 x 10 ⁻⁷	0.7	479.4	0.7	0.7	1.4356 x 10 ⁻⁷	0.9832 x 10 ⁻⁴	0.2161
9	Sal. Sumbawa 1	191.07	1.78	1.151 x 10 ⁻⁷	0.7	433.2	0.7	0.7	1.4356 x 10 ⁻⁷	0.8884 x 10 ⁻⁴	0.2161
10	Sal. Sekardangan Indah	251.12	1.53	1.151 x 10 ⁻⁷	0.6	643.2	0.6	0.6	1.0547 x 10 ⁻⁷	1.1307 x 10 ⁻⁴	0.1406
11	Sal. Sumbawa 2	191.07	1.78	1.151 x 10 ⁻⁷	0.7	433.2	0.7	0.7	1.4356 x 10 ⁻⁷	0.8884 x 10 ⁻⁴	0.2161
12	Sal. Green Park Regency 1	948.16	4.30	1.151 x 10 ⁻⁷	1	1327.8	1.5	1.9	4.9461 x 10 ⁻⁷	6.5674 x 10 ⁻⁴	1.0714
13	Sal. Bumi Intan	245.5	1.15	1.151 x 10 ⁻⁷	0.45	804.6	0.45	0.45	0.5933 x 10 ⁻⁷	1.0608 x 10 ⁻⁴	0.0618
14	Sal. Citraloka Residence	203.08	0.76	1.151 x 10 ⁻⁷	0.3	1047.6	0.3	0.3	0.2637 x 10 ⁻⁷	0.9208 x 10 ⁻⁴	0.0174

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.12 Pengurangan Luberan setelah penerapan saluran porous pada saluran tersier di Sub DAS Sekardangan

No.	Nama Saluran	Q _{rencana} (m ³ /det)		Q _{saluran} (m ³ /det)	QTT _{awal} (m ³ /det)	Q _{resap} (m ³ /det)			QTT _{resap}	Keterangan
		1	2				3 (1-2)	4		
1	Sal. Sumokali 3	0.59	0.09		0.5	0.14	0.5	0.36	0.36	
2	Sal. Larangan Permai 1	0.36	0.23		0.13	0.31	0.13	-0.18	-	Aman
3	Sal. Tenggulunan 1	0.5	0.32		0.18	0.43	0.18	-0.25	-	Aman
4	Sal. Larangan Permai 2	0.49	0.29		0.2	0.34	0.2	-0.14	-	Aman
5	Sal. Larangan 1	0.45	0.09		0.36	0.14	0.36	0.22	0.22	
6	Sal. Kepodang	0.48	0.02		0.46	0.04	0.46	0.42	0.42	
7	Sal. Kahuripan	0.26	0.05		0.21	0.08	0.21	0.13	0.13	
8	Sal. Celep	0.32	0.15		0.17	0.22	0.17	-0.05	-	Aman
9	Sal. Sumbawa 1	0.22	0.15		0.07	0.22	0.07	-0.15	-	Aman
10	Sal. Sekardangan Indah	0.52	0.09		0.43	0.14	0.43	0.29	-	Aman
11	Sal. Sumbawa 2	0.31	0.15		0.16	0.22	0.16	-0.06	-	Aman
12	Sal. Green Park Regency 1	1.49	0.95		0.54	1.07	0.54	-0.53	-	Aman
13	Sal. Bumi Intan	0.29	0.09		0.2	0.06	0.2	0.14	0.14	
14	Sal. Citraloka Residence	0.21	0.01		0.2	0.02	0.2	0.18	0.18	
		Total QTT awal			3.81	Total QTT akhir			1.44	

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan : QTT (Q Tak Tertampung)

Saluran yang dapat menampung debit rencana (Aman)

Faktor – faktor yang memperngaruhi keberhasilan saluran porus dalam mengurangi genangan adalah besarnya selisih antara debit banjir rencana dengan kapasitas saluran, total luas dasar saluran yang didapat dari perkalian panjang saluran dengan lebar saluran, koefisien permeabilitas tanah, waktu aliran yang didapat dari kecepatan aliran dan kedalaman saluran. Faktor geometrik saluran tidak menjadi faktor penentu karena hanya merujuk pada saluran yang sudah ada yaitu berbentuk persegi atau trapesium dan hanya sisi bawah yang diporuskan. Penggunaan bentuk saluran tetap persegi dan trapesium dikarenakan untuk meminimalisir biaya dan waktu pembongkaran. Penerapan saluran porus ini bisa disaat normalisasi saluran dengan mengambil perkerasan didasar saluran. Saluran dengan kontruksi beton U-dit lebih susah diambil dasar salurannya.

Banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam penerapan saluran porus ini. Dari analisa yang telah dilakukan didapatkan kriteria lokasi yang tepat untuk diterapkan saluran porus, yaitu :

1. Kontruksi saluran batukali atau beton bukan u-dit.
2. Bentuk saluran trapesium atau persegi dengan kontruksi plengseng
3. Koefisien permeabilitas tinggi
4. Muka air tanah dalam (tidak dipengaruhi ROB)

4. 2. ASPEK LINGKUNGAN

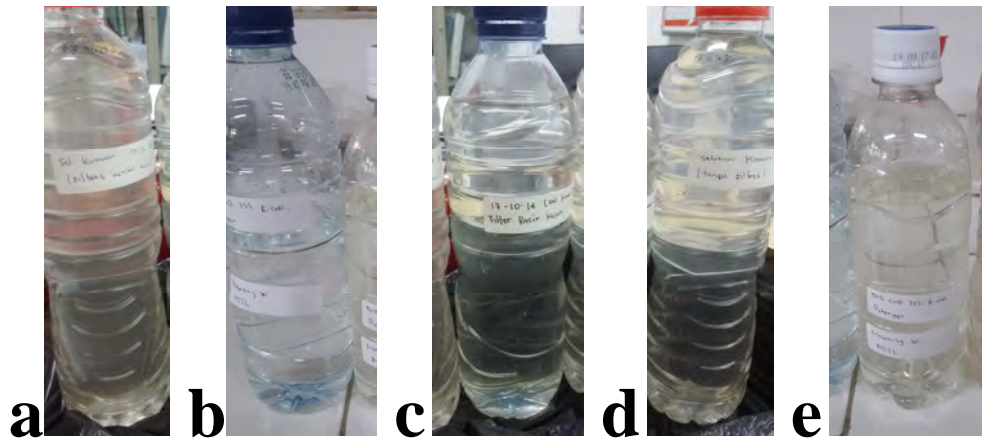
Aspek lingkungan dilakukan dengan pengambilan contoh tanah utuh (undisturbed soil sample) dengan jenis tanah alufial kelabu tua dari sub DAS Sidokare dan alluvial hidromof dari dan Sub DAS Sekardangan. Selain tanah asli diuji juga tanah yang ditanamui tumbuhan sebagai penerapan drainase swale. Tumbuhan yang digunakan adalah rumput gajah.

Tanah asli dan tanah bertanaman ini akan diuji sebagai material filtrasi air di saluran. Pasir halus dan kerikil juga dijadikan material uji filtrasi untuk membandingkan keefektifan dalam memfiltrasi air saluran. Contoh air diambil dari saluran tersier dipermukiman padat dari Sub DAS Sidokare yaitu saluran

suko dan Sub DAS Sekardangan yaitu saluran sekardangan. Unsur yang diuji adalah TSS, BOD, Detergen dan *E. coli*.

4. 2. 1. Filtrasi

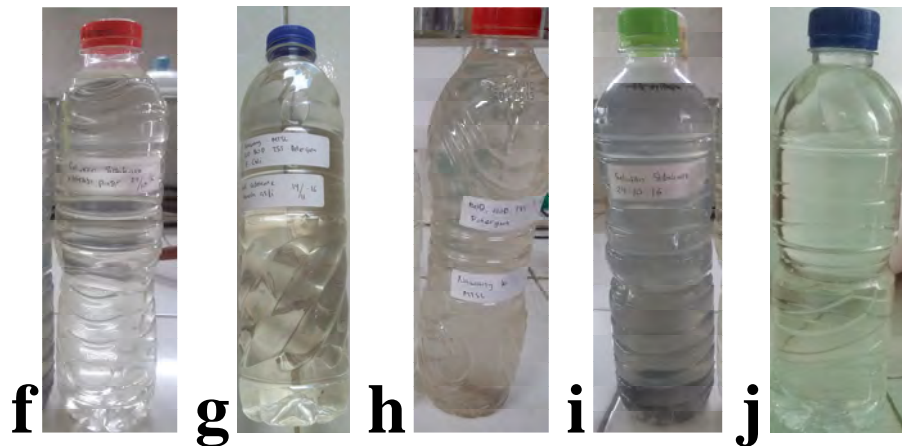
Media yang digunakan untuk memfilter air dari saluran adalah tanah asli, tanah asli dengan ditanami rumput gajah, pasir dan kerikil. Hasil filtrasi ditampung dan masukan ke dalam botol tertutup seperti Gambar 4.3 dan 4.4 dibawah ini.



Keterangan :

- a. Kondisi awal
- b. Filtrasi media tanah asli
- c. Filtrasi media tanah asli berumput gajah
- d. Filtrasi media pasir
- e. Filtrasi media kerikil

Gambar 4.3 Air Hasil Filtrasi Saluran Suko (Sub DAS Sidokare)



Keterangan :

- f. Kondisi awal
- g. Filtrasi media tanah asli
- h. Filtrasi media tanah asli berumput gajah
- i. Filtrasi media pasir
- j. Filtrasi media kerikil

Gambar 4.4 Air Hasil Filtrasi Saluran Suko (Sub DAS Sekardangan)

4. 2. 2. Uji Laboratorium

Hasil uji lab air filtrasi dari 2 (dua) saluran yaitu Saluran Suko (Sub DAS Sidokare dan Saluran Sekardangan (Sub DAS Sekardangan) dengan filtrasi tanah asli, tanah asli dengan rumput gajah, pasir halus dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan 4.14 berikut ini.

Tabel 4.13 Hasil Laboratorium Saluran Suko (Sub DAS Sidokare)

	Saluran Suko				
	Kondisi Awal	Tanah Asli	Rumput Gajah	Pasir	Kerikil
TSS (mg/L)	24	14	16	20	90
BOD (mg/L)	20	16	10	36	22
Detergen (mg/L)	5.97	0.03	0.04	1.01	5.15
E. Coli (/100ml)	16×10^6	15×10^4	14×10^4	12×10^6	28×10^5

Sumber : Hasil Lab

Tabel 4.14 Hasil Laboratorium Saluran Sekardangan

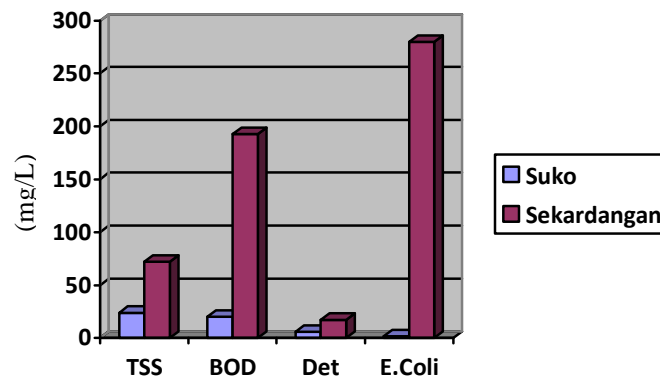
	Saluran Sekardangan				
	Kondisi Awal	Tanah Asli	Rumput Gajah	Pasir	Kerikil
TSS (mg/L)	72	36	14	14	136
BOD (mg/L)	193	9	6	15	207
Detergen (mg/L)	17.28	0.22	0	0.58	0.58
E. Coli (/100ml)	28×10^8	19×10^6	18×10^6	22×10^6	23×10^7

Sumber : Hasil Lab

Hasil uji laboratorium diatas menunjukkan perubahan nilai pada tiap parameter yang difiltrasi dengan material filtrasi berbeda. Perbedaan juga didapatkan dari kondisi awal/ kondisi awal air saluran. Masing – masing hasil uji menunjukkan hal – hal tertentu, yaitu :

1. Kondisi Awal

Sub DAS Sekardangan berada lebih kehilir dibandingkan Sub DAS Sidokare jika dilihat dari DAS Kapetingan. Dari hasil uji laboratorium keempat parameter menunjukkan nilai yang lebih tinggi di Sub DAS Sekardangan. TSS Saluran Suko 24 mg/L sedangkan Saluran Sekardangan 72 mg/L. BOD Saluran Suko 20 mg/L sedangkan Saluran Sekardangan 193 mg/L. Detergen terlarut Saluran Suko 5,97 mg/L dan Saluran Sekardangan 17,28 mg/L. Bakteri E.Coli di Saluran Suko sebanyak 16×10^6 sel/100ml sedangkan di Saluran Sekardangan sebanyak 28×10^8 sel/100ml. Perbedaan hasil uji air saluran sebelum difiltrasi dapat dilihat pada grafik dibawah (Gambar 4.5).

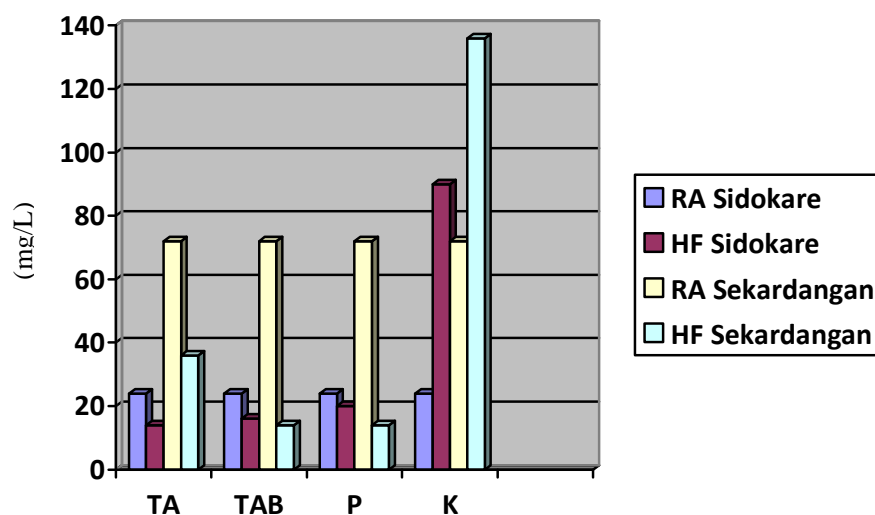


Gambar 4.5 Perbandingan hasil uji air kondisi awal 2 saluran

Tingginya konsentrasi pencemar dihilir didapat dari akumulasi pencemar dihilir yang nantinya akumulasi pencemaran terbesar berada di muara sungai. Seperti pernyataan Dwiyanti, 2009 melalui pergerakan air sungai, aliran air larian (*direct runoff*), dan aliran air tanah (*ground water flow*), nutrien, bahan pencemar dan sedimen dari daratan akan terakumulasi di muara sungai. Sumber limbah dari kegiatan di darat, terutama dari kegiatan rumah tangga dan pertanian yang sebagian besar mengandung bahan organik.

2. TSS

Konsentrasi TSS setelah difilter mengalami penurunan kecuali saat difilter dengan material kerikil. Padatan yang menepel pada kerikil yang ikut terlarut oleh air yang melewatinya. Kerikil tidak efektif sebagai media filter sebagai pengurang konsentrasi TSS. Naik turunnya konsentrasi TSS diilustrasikan pada grafik dalam Gambar 4.6 dibawah ini.



Keterangan : RA Kondisi Awal, HF Hasil Filtrasi,
TA Tanah Asli, TAB Tanah Asli Berumput, P Pasir,
K Kerikil

Gambar 4.6 Perbandingan TSS Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan

Media tanah asli, tanah berumput dan pasir memiliki kemampuan yang hampir sama dalam mengurangi TSS. Tetapi jika dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk memfilter air agar TSS nya turun, media pasir jauh lebih efektif. Waktu yang dibutuhkan air untuk melewati media filtrasi pasir setinggi 40 cm hanya berkisar 3 menit sedangkan dengan tanah asli ataupun tanah asli berumput membutuhkan waktu sehari-hari. Media pasir memiliki efisiensi penyisihan paling tinggi. Saringan pasir lambat ini dikenal di Inggris sebelum tahun 1830 dan pertamakalinya menjadi instalasi yang sukses dalam pengolahan untuk air minum (Tawell dan Ali, 1999).

Penurunan TSS dengan tanah asli berumput pada Saluran Suko dari 24 mg/L menjadi 16 mg/L menurun 8 mg/L atau sebesar 33,3 %. Saluran Sekardangan TSS dari 72 mg/L menjadi 14 mg/L menurun 58 mg/L atau sebesar 80,5 %. Merujuk pada Tabel 2.5 tentang pengurangan jumlah polutan dengan rumput pada drainase swale tanah asli pada Sub DAS Sidokare termasuk jenis tanah C/D dengan tingkat pengurangan jumlah polutan TSSnya sebesar 35 %. Sub DAS Sekardangan termasuk jenis tanah A/B yang pengurangan TSSnya sebesar 60%.

Perbandingan baku mutu dengan hasil filtrasi ini untuk parameter TSS dapat dilihat pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16.

Tabel 4.15 Perbandingan TSS dengan Baku Mutu (Saluran Suko)

Saluran Suko	TSS (mg/L)	PP 82/2001	Pergub jatim no.72/2013
		50	200
Kondisi Awal	24	Memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Tanah Asli	14	Memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Tanah Berumput	16	Memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Pasir	20	Memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Kerikil	90	Tidak memenuhi	Memenuhi

Sumber :Hasil Pengamatan

Tabel 4.16 Perbandingan TSS dengan Baku Mutu (Saluran Sekardangan)

Saluran Sekardangan	TSS (mg/L)	PP 82/2001	Pergub jatim no.72/2013
		50	200
Kondisi Awal	72	Tidak memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Tanah Asli	36	Memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Tanah Berumput	14	Memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Pasir	14	Memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Kerikil	136	Tidak memenuhi	Memenuhi

Sumber :Hasil Pengamatan

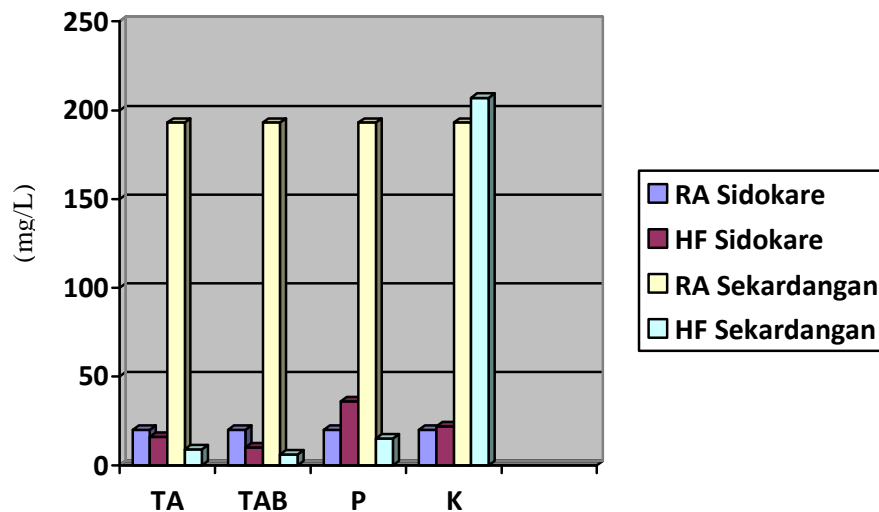
Pada dasarnya kondisi awal air di saluran masih memenuhi baku mutu kualitas air limbah yang akan dibuang ke badan air atau laut menurut Pergub Jatim No.72/2013. Tetapi jika diterapkan baku mutu untuk air bersih dari PP 82/2001 kondisi awal saluran sekardangan tidak memenuhi standard baku mutu.

Penurunan kadar TSS terjadi karena absorpsi dari media filtrasi. Molekul media filtrasi yang lebih kecil dari padatan tersuspensi dapat menahan pergerakannya ke air tanah. Karenanya pada media filtrasi kerikil yang ukurannya jauh lebih besar dari padatan tersuspensi TSS tidak berkurang. Rongga yang diciptakan oleh kerikil lebih besar dari molekul padatan tersuspensi menyebabkan tidak tertahannya padatan tersuspensi tersebut. Filtrasi kerikil yang hasilnya tidak mengurangi konsentrasi TSS justru menambah konsentrasi tidak direkomendasikan menjadi media filtrasi akhir.

3. BOD

Terjadi ketidak konsistenan penurunan dan kenaikan konsentrasi BOD pada masing – masing media filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.7. Media filtrasi pasir pada Saluran Suko meningkatkan konsentrasi BOD sebesar 16 mg/L sedangkan pada Saluran Sekardangan menurunkan sebesar 178 mg/L konsentrasi BOD. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang kadar yang dikandung pasir atau pensterilan pasir terlebih dahulu agar hasil filtrasi tidak

menjadi bias. Media tanah asli dan tanah asli berumput konsisten menurunkan konsentrasi BOD yaitu pada Saluran Suko sebesar 4 mg/L dan pada Saluran Sekardangan sebesar 184 mg/L. Tanah berumput paling efisien menurunkan konsentrasi BOD.



Keterangan : RA Kondisi Awal, HF Hasil Filtrasi, TA Tanah Asli
TAB Tanah Asli Berumput, P Pasir, K Kerikil

Gambar 4.7 Perbandingan BOD Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan

Perbandingan baku mutu dengan hasil filtrasi ini untuk parameter BOD dapat dilihat pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18.

Tabel 4.17 Perbandingan BOD dengan Baku Mutu (Saluran Suko)

Saluran Suko	BOD (mg/L)	Permenkes 416/1990	Pergub jatim no.72/2013
		5	50
Kondisi Awal	20	Tidak memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Tanah Asli	16	Tidak memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Tanah Berumput	10	Tidak memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Pasir	36	Tidak memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Kerikil	22	Tidak memenuhi	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengamatan

Tabel 4.18 Perbandingan BOD dengan Baku Mutu (Saluran Sekardangan)

Saluran Sekardangan	BOD (mg/L)	Permenkes 416/1990	Pergub jatim no.72/2013
		5	50
Kondisi Awal	193	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi
Filtrasi Tanah Asli	9	Tidak memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Tanah Berumput	6	Tidak memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Pasir	15	Tidak memenuhi	Memenuhi
Filtrasi Kerikil	207	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi

Sumber : Hasil Pengamatan

Permenkes 416/1990 tentang baku mutu air untuk pemandian menentukan nilai maksimal BOD yang boleh terkandung adalah 5 mg/L. Kondisi awal maupun hasil filtrasi dari kedua saluran tidak ada yang memenuhi baku mutu ini. Untuk baku mutu kualitas air limbah yang akan dibuang ke badan air atau laut menurut Pergub Jatim No.72/2013 Saluran Suko masih memenuhi baik hasil filtrasi ataupun kondisi awalnya sedangkan Saluran Sekardangan tidak memenuhi pada kondisi awal dan hasil filtrasi kerikil.

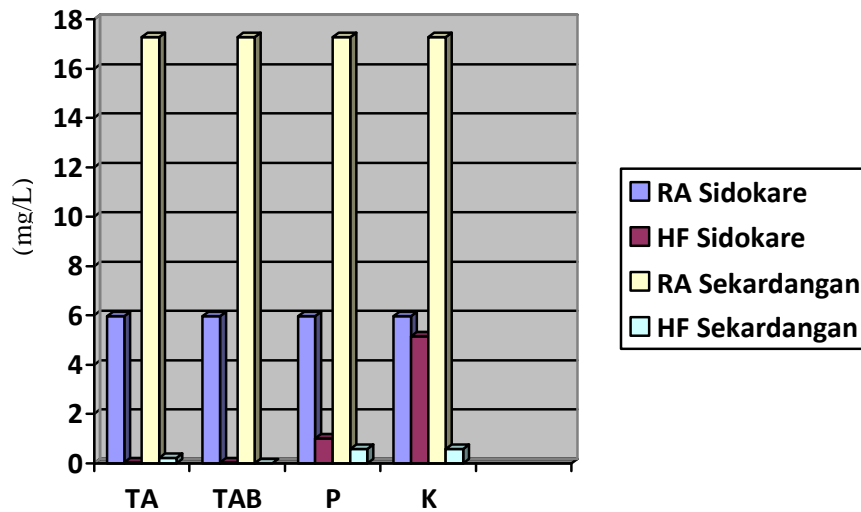
Penurunan BOD terjadi karena adanya mekanisme aktivitas mikroorganisme dan tanaman melalui proses oksidasi oleh bakteri aerob maupun kehadiran bakteri heterotrof. Mekanisme ini menjadikan filtrasi dengan tanah asli berumput adalah yang paling efisien dalam mengurangi konsentrasi BOD.

4. Detergen

Penurunan kandungan detergen saat setelah difiltrasi cukup signifikan di hampir semua media filtrasi kecuali pada kerikil di Saluran Suko (Gambar 4.8). Dibutuhkan penelitian lebih lanjut atau pembersihan media kerikil terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai media filtrasi agar hasil uji tidak bias.

Kandungan detergen paling banyak diturunkan oleh media filtrasi tanah asli dan tanah berumput. Tetapi penurunan yang dihasilkan media pasir juga

sangat signifikan. Menjadi lebih efektif media pasir sebagai filtrasi penurunan kandungan detergen dengan pertimbangan waktu yang dibutuhkan untuk meresapnya air sampai terfilter. Media pasir direkomendasikan untuk mengurangi detergen pada air di saluran.



Gambar 4.8 Perbandingan Kandungan Detergen Sub DAS Sidokare dan Sub DAS Sekardangan

Hasil filtrasi dari 4 (empat) media filtrasi ini diharapkan telah memenuhi baku mutu air. Perbandingan baku mutu dengan hasil filtrasi ini untuk parameter Detergen dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20.

Tabel 4.19 Perbandingan kandungan detergen dengan Baku Mutu (Saluran Suko)

Saluran Suko	Det (mg/L)	Permenkes 416/1990
		0.5
Kondisi Awal	5.97	Tidak memenuhi
Filtrasi Tanah Asli	0.03	Memenuhi
Filtrasi Tanah Berumput	0.04	Memenuhi
Filtrasi Pasir	1.01	Tidak memenuhi
Filtrasi Kerikil	5.15	Tidak memenuhi

Sumber : Hasil Pengamatan

**Tabel 4.20 Perbandingan kandungan detergen dengan Baku Mutu
(Saluran Sekardangan)**

Saluran Sekardangan	Det (mg/L)	Permenkes 416/1990
		0.5
Kondisi Awal	17.28	Tidak memenuhi
Filtrasi Tanah Asli	0.22	Memenuhi
Filtrasi Tanah Berumput	0	Memenuhi
Filtrasi Pasir	0.58	Tidak memenuhi
Filtrasi Kerikil	0.58	Tidak memenuhi

Sumber : Hasil Pengamatan

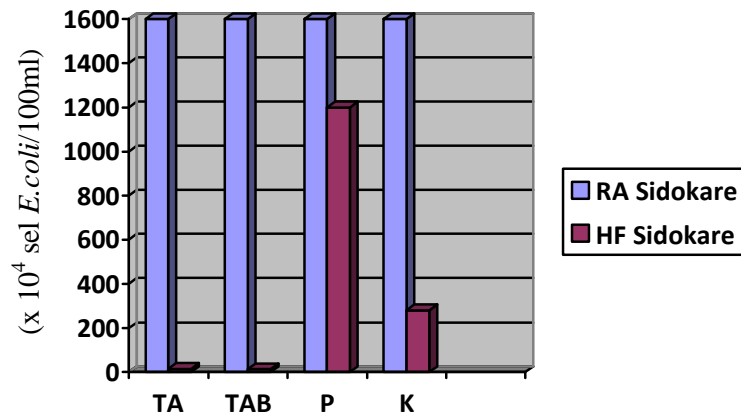
Detergen yang terkandung pada air di saluran sangatlah tinggi, ini disebabkan karena konsumsi detergen oleh masyarakat tinggi dan air limbah rumah tangganya langsung dibuang pada saluran drainase. Media filtrasi yang bisa mengurangi kandungan detergen sehingga air saluran memenuhi baku mutu air bersih adalah tanah asli dan tanah berumput.

Tanah asli dan berumput direkomendasikan sebagai filtrasi akhir untuk mengurangi detergen.

5. *E. coli*

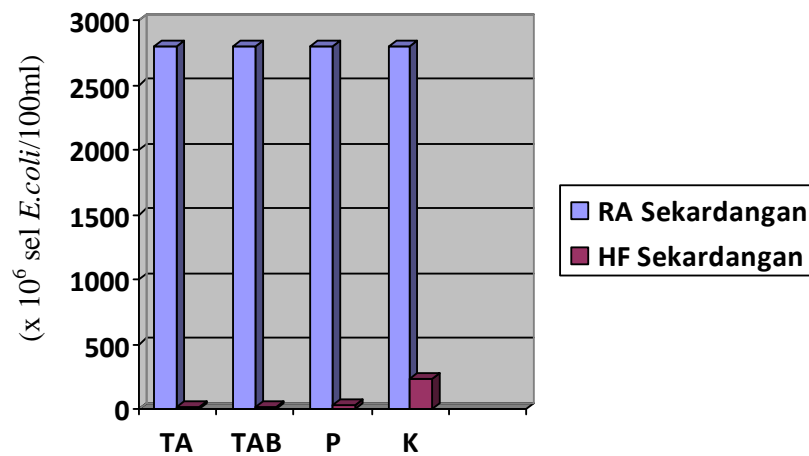
Kandungan bakteri *E. coli* pada air saluran sangat tinggi mencapai 16×10^6 sel ecoli/100ml di Salurann Suko dan 28×10^8 sel e.coli/100ml di Saluran Sekardangan. Hal ini mungkin terjadi karena limbah cair manusia dari rumah warga langsung masuk ke saluran drainase. Penurunan kandungan *E.coli* dapat dilihat pada Gambar 4.9 – 4.10.

Baku mutu kandungan *E. coli* pada air baku adalah 2.000 sel *E.coli*/100ml dari Permenkes 173/1977 tentang baku mutu air baku. Kondisi awal maupun hasil filtrasi tidak ada yang memenuhi baku mutu. Paling rendah kandungan *E.coli* adalah hasil filtrasi media tanah berumput yaitu 14×10^4 sel *E.coli*/100ml pada Saluran Sidokare dan 18×10^6 sel *E.coli*/100ml pada Saluran Sekardangan.



Keterangan : RA Kondisi Awal, HF Hasil Filtrasi, TA Tanah Asli
TAB Tanah Asli Berumput, P Pasir, K Kerikil

Gambar 4.9 Perbandingan Kandungan *E. coli* di Sub DAS Sidokare



Keterangan : RA Kondisi Awal, HF Hasil Filtrasi, TA Tanah Asli
TAB Tanah Asli Berumput, P Pasir, K Kerikil

Gambar 4.10 Perbandingan Kandungan *E. coli* di Sub DAS Sekardangan

Penurunan kandungan E.Coli ini disebabkan oleh bakteri didalam lapisan Schmutzdecke yang dapat mengkonsumsi bakteri pathogen seperti E.Coli

yang merupakan food-chain. Disamping itu juga terjadi proses adsorpsi, yang mana bakteri yang bermuatan negatif akan diikat oleh butiran media pasir dan tanah yang bermuatan positif, sehingga bakteri E.Coli yang terdapat dalam air saluran dapat tereduksi.

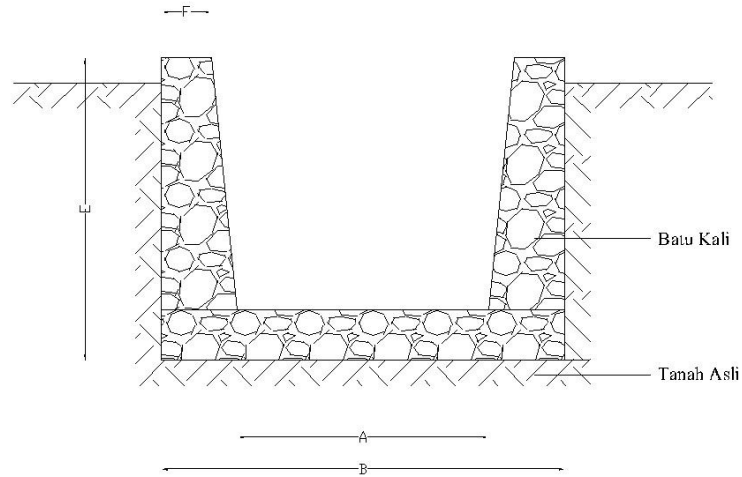
Drainase swale dengan tumbuhan rumput ataupun saluran porus dengan berbagai macam filtrasi tidak mampu menurunkan kandungan E.Coli agar sesuai bakumutu. Disarankan seharusnya limbah cair dari rumah tangga khususnya limbah cair manusia tidak langsung dibuang ke saluran drainase melainkan di tampung dulu pada sumur resapan.

4. 3. DESAIN SALURAN PORUS DAN SWALE

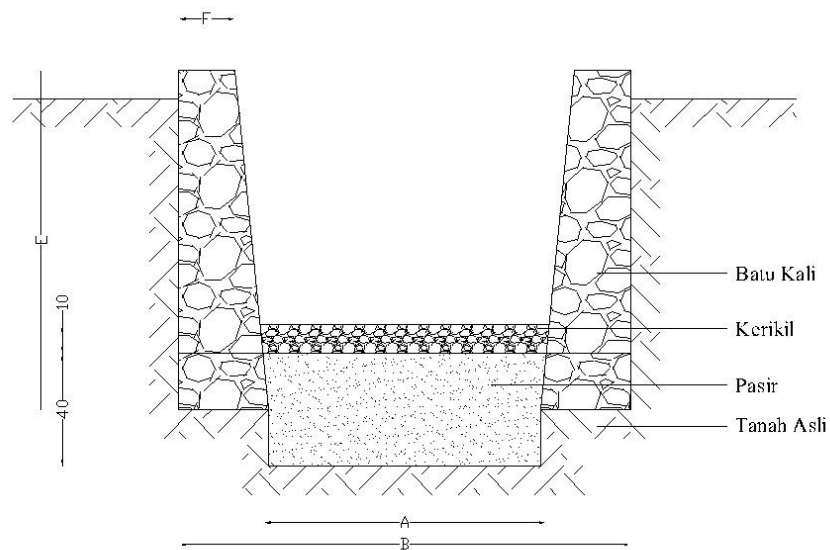
Desain saluran porus dan swale yang direkomendasikan meliputi 4 desain. Penempatannya disesuaikan ketersediaan lahan dan lokasi saluran. Ketentuan – ketentuan tersebut dijelaskan dibawah ini :

1. Porus

Saluran Porus dengan bagiandasar saluran yang diporuskan (tidak ada perkerasan) dapat diterapkan pada lingkungan perumahan dan permukiman yang padat penduduk. Media filtrasi yang digunakan adalah pasir dengan ketinggian 40 cm. Kerikil digunakan sebagai media penyangga dari pasir agar terhindar dari resiko terbawa air dengan ketinggian 10 cm diletakan di atas pasir. Perubahan saluran eksisting menjadi desain saluran porus dapat dilihat pada Gambar 4.11 – 4.12.



Gambar 4.11 Saluran Tersier Eksisting

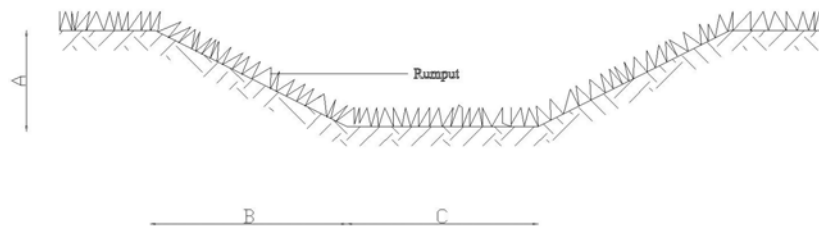


Gambar 4.12 Desain Saluran Porus

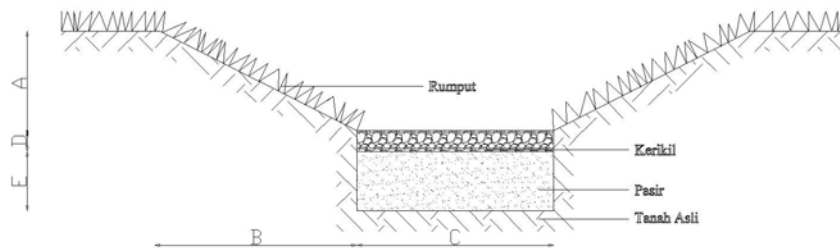
Saluran yang statusnya menjadi aman atau kapasitas salurannya memenuhi dengan penerapan saluran porus ditampilkan pada peta per Sub DAS. Peta lokasi saluran yang aman dan tetap tidak aman pada Sub DAS Sidokare dapat dilihat pada Gambar 4.13 – 4.18 . Peta lokasi saluran aman dan tidak aman pada Sub DAS Sekardangan terdapat pada Gambar 4.19 – 4.21. Sub DAS Sidokare dibagi menjadi 5 zona yaitu zona A1, A2, A3, A4 dan A5. Sub DAS Sekardangan dibagi menjadi 2 zona yaitu B1 dan B2.

2. Swale

Saluran drainase swale dapat diterapkan pada drainase jalan yang sekaligus berfungsi sebagai RTH pada bahu jalan maupun pulau jalan. Dapat diterapkan pula pada komplek perindustrian yang air limbahnya telah disentralisasikan ke IPAL. Detail desain drainase swale dapat dilihat pada Gambar 4.22 dan 4.23.



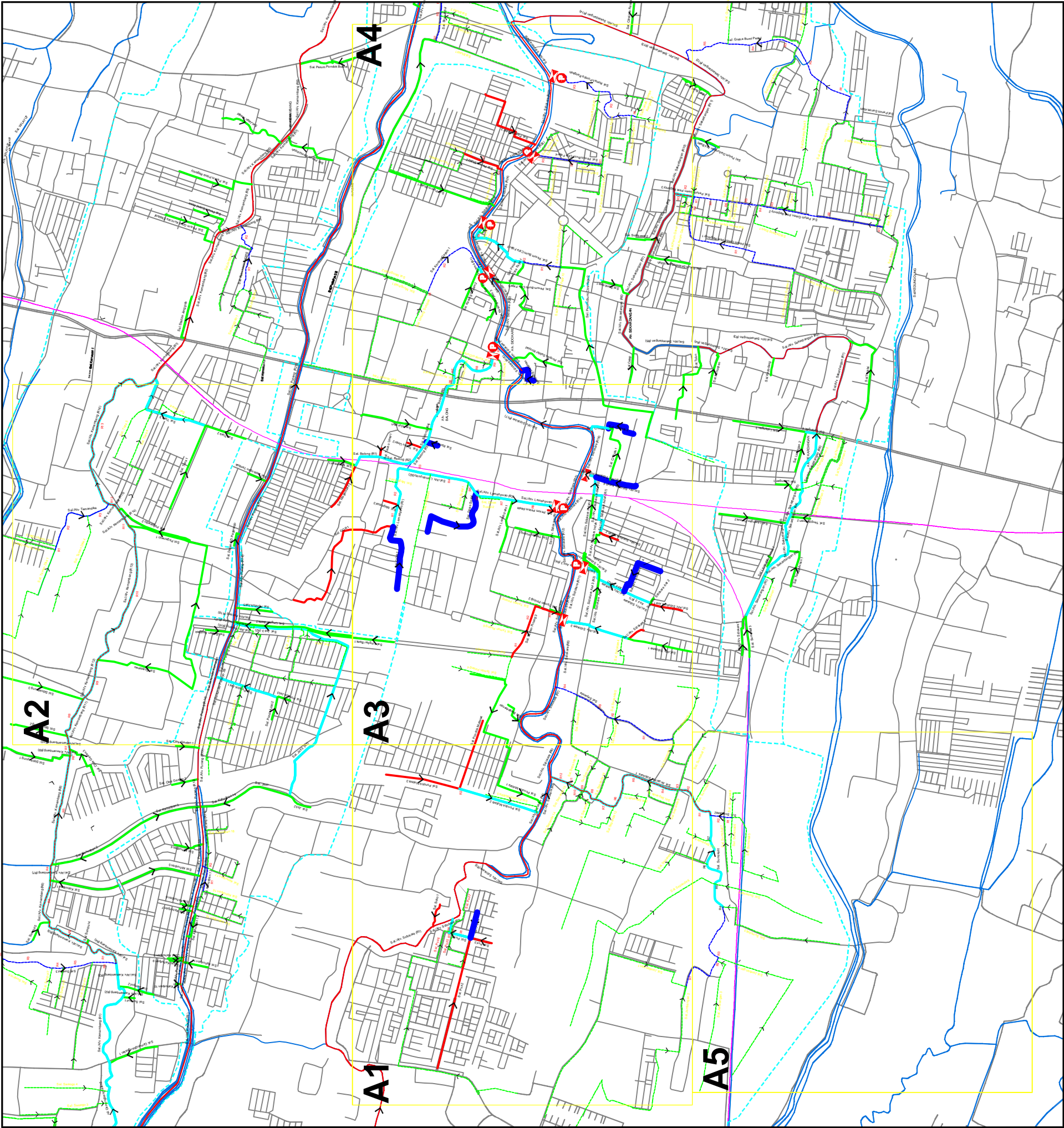
Gambar 4.22 Desain drainase swale A



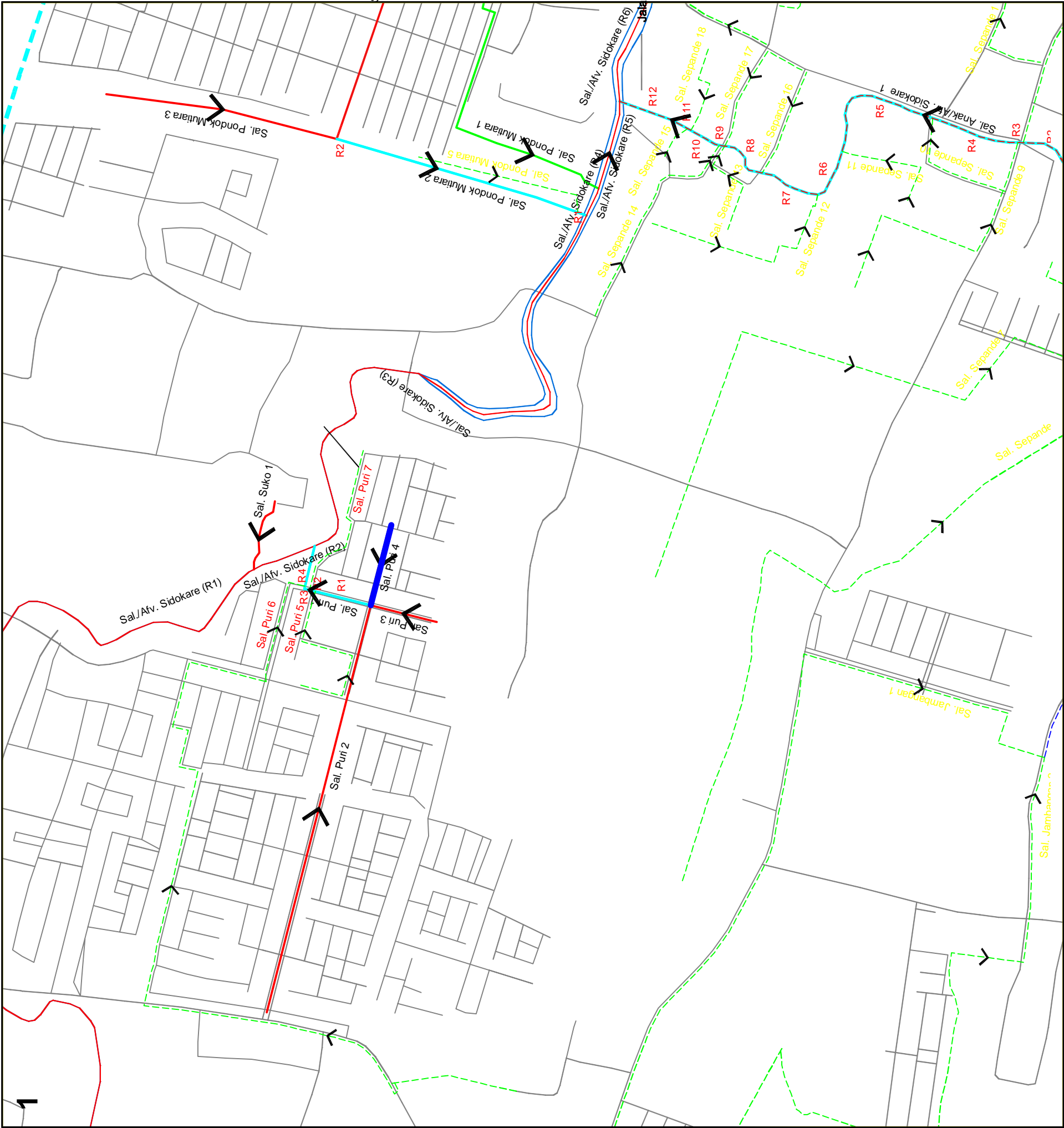
Gambar 4.23 Desain drainase swale B

Swale A dapat diterapkan pada lokasi yang koefisien permeabilitasnya tinggi sehingga diperkirakan air akan teresap seluruhnya. Swale B diterapkan pada lokasi yang tidak dimungkinkan air teresap seluruhnya karena koefisien permeabilitasnya rendah. Genangan atau air di saluran yang tidak langsung terserap berpotensi terjadinya pertumbuhan bakteri. Media pasir digunakan untuk membatu penyerapan dimana koefisien permeabilitas pasir sangat tinggi dan sebagai media filtrasi. Kerikil digunakan untuk mencegah erosi pasir oleh air hujan selain juga dapat menjadi media filtrasi seperti pasir.

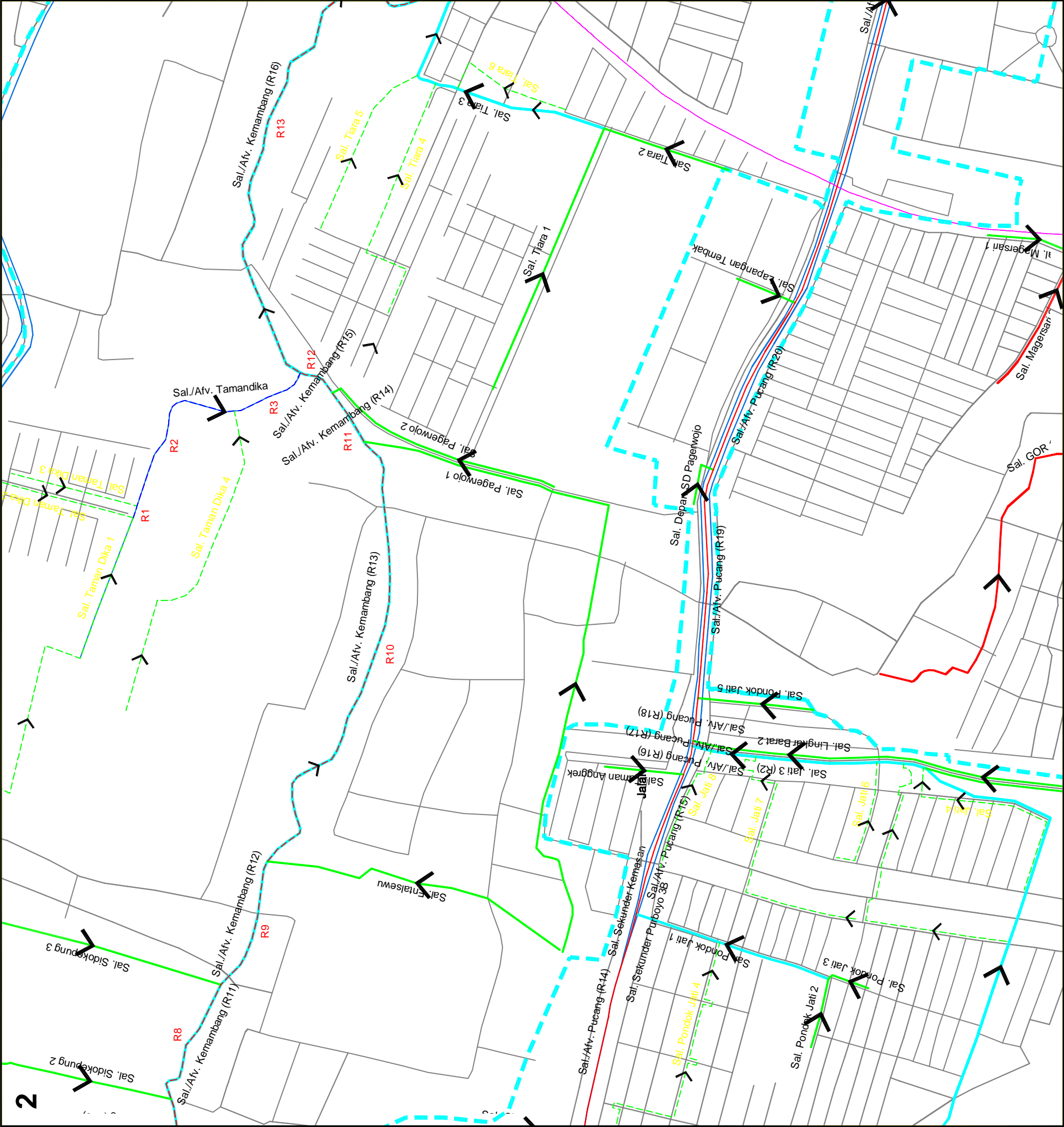
<div></div> <div>TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div>		POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN BANJIR DIPERKOTAAN SIDOARJO RAYON SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)	
Gambar		LOKASI RENCANA SALURAN PORUS SISTEM DRAINASE SIDOKARE	
Keterangan		<div><div>Rel KA</div><div>Jalan</div><div>Sungai</div><div>Batas Catchment Area</div><div>Saluran Drainase Primer</div><div>Saluran Drainase Sekunder</div><div>Saluran Drainase Tersier</div><div>Rencana Saluran Drainase Primer</div><div>Rencana Saluran Drainase Sekunder</div><div>Rencana Saluran Drainase Tersier</div><div>Rencana Saluran Porus</div><div>Saluran Drainase Tersier tidak aman</div></div>	
Sumber		1. Peta Kondisi Rencana Masterplan Drainase Kab. Sidoarjo 2. Hasil Analisa	
<div><div>U</div><div>B</div><div>T</div><div>S</div></div>		SKALA 1 : 35.000	NOMOR GAMBAR 4.13 HAL. 83



<div></div> <div>TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div>	POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN BANJIR DIPERKOTAAN SIDOARJO RAYON SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)	Gambar LOKASI RENCANA SALURAN PORUS SISTEM DRAINASE SIDOKARE (A 1)	<div>Keterangan</div> <div><div>Rel KA</div><div>Jalan</div><div>Sungai</div><div>Batas Catchment Area</div><div>Saluran Drainase Primer</div><div>Saluran Drainase Sekunder</div><div>Saluran Drainase Tersier</div><div>Rencana Saluran Drainase Primer</div><div>Rencana Saluran Drainase Sekunder</div><div>Rencana Saluran Drainase Tersier</div><div>Rencana Saluran Porus</div><div>Saluran Drainase Tersier tidak aman</div></div>	Sumber 1. Peta Kondisi Rencana Masterplan Drainase Kab. Sidoarjo 2. Hasil Analisa	<div><div>U</div><div>B</div><div>T</div><div>S</div></div> <div>SKALA 1 : 8.000</div> <div>0 80 1 240 M 3 Cm</div>	NOMOR GAMBAR 4.14 HAL. 84



	TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN BANJIR DIPERKOTAAN SIDOARJO RAYON SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)	Gambar LOKASI RENCANA SALURAN PORUS SISTEM DRAINASE SIDOKARE (A 2)	Keterangan Rel KA Jalan Sungai Batas Catchment Area Saluran Drainase Primer Saluran Drainase Sekunder Saluran Drainase Tersier Rencana Saluran Drainase Primer Rencana Saluran Drainase Sekunder Rencana Saluran Drainase Tersier Rencana Saluran Porus Saluran Drainase Tersier tidak aman	Sumber 1. Peta Kondisi Rencana Masterplan Drainase Kab. Sidoarjo 2. Hasil Analisa		SKALA 1 : 8.000 0 80 240 M 0 1 3 Cm	NOMOR GAMBAR 4.15 HAL. 85



TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN BANJIR DIPERKOTAAN SIDOARJO RAYON SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)

Gambar LOKASI RENCANA SALURAN PORUSSISTEM DRAINASE SIDOKARE (A 3)

Keterangan

Rel KA

Jalan

Sungai

Batas Catchment Area

Saluran Drainase Primer

Saluran Drainase Sekunder

Saluran Drainase Tersier

Rencana Saluran Drainase Primer

Rencana Saluran Drainase Sekunder

Rencana Saluran Drainase Tersier

Rencana Saluran Porus

Saluran Drainase Tersier tidak aman

Sumber
1. Peta Kondisi Rencana Masterplan Drainase Kab. Sidoarjo
2. Hasil Analisa

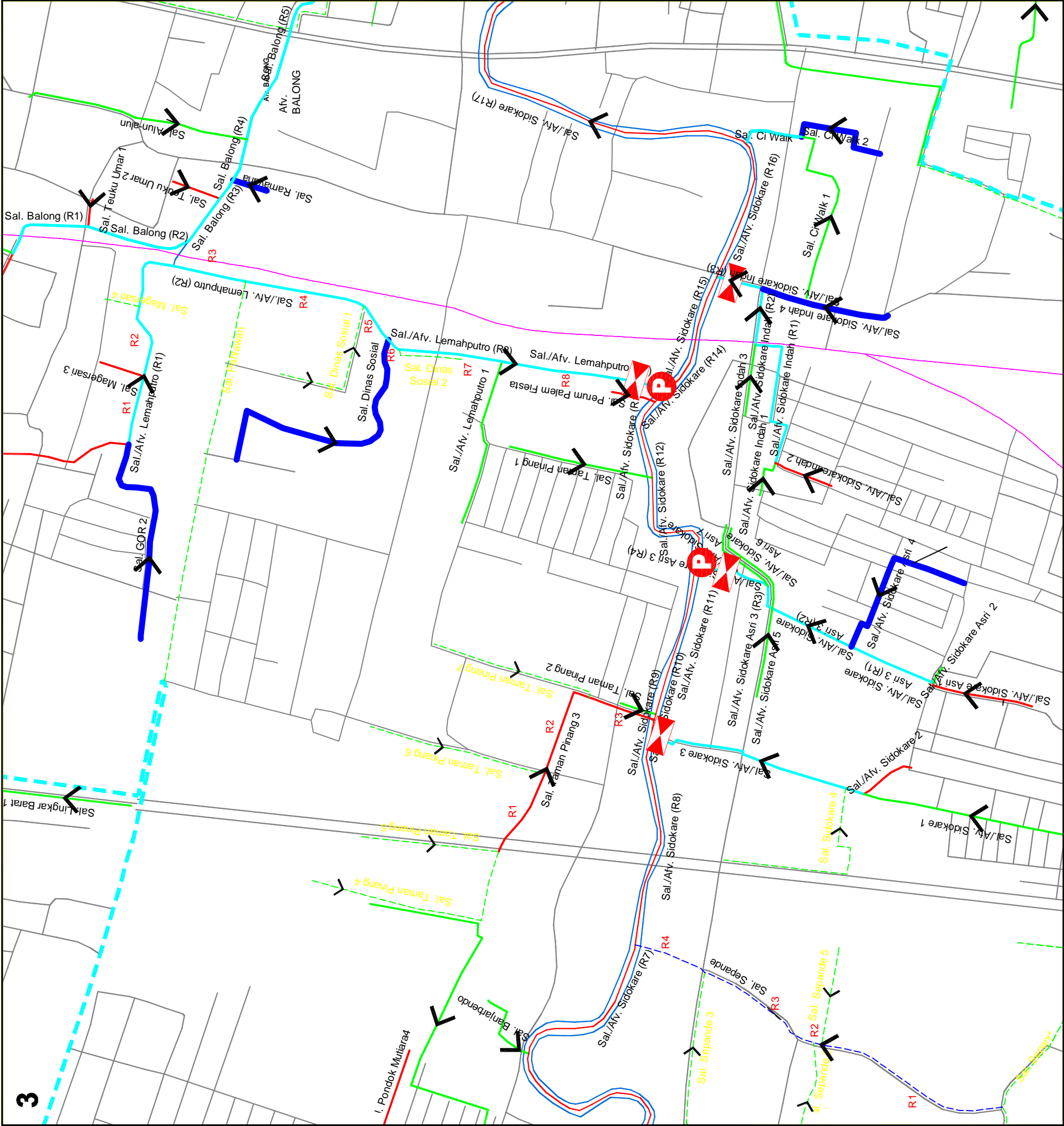
SKALA 1 : 8.000

080240 M

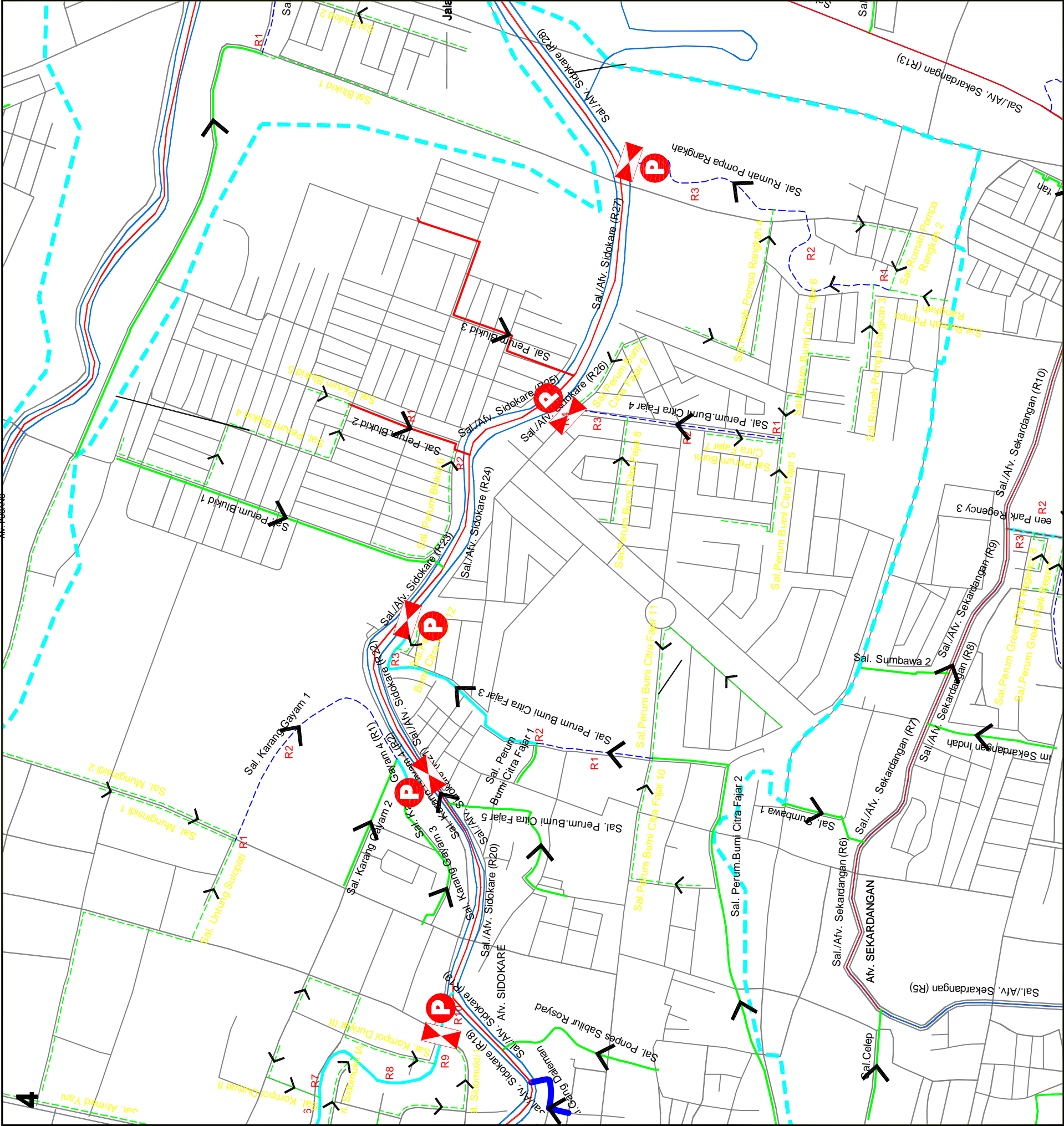
013 Cm

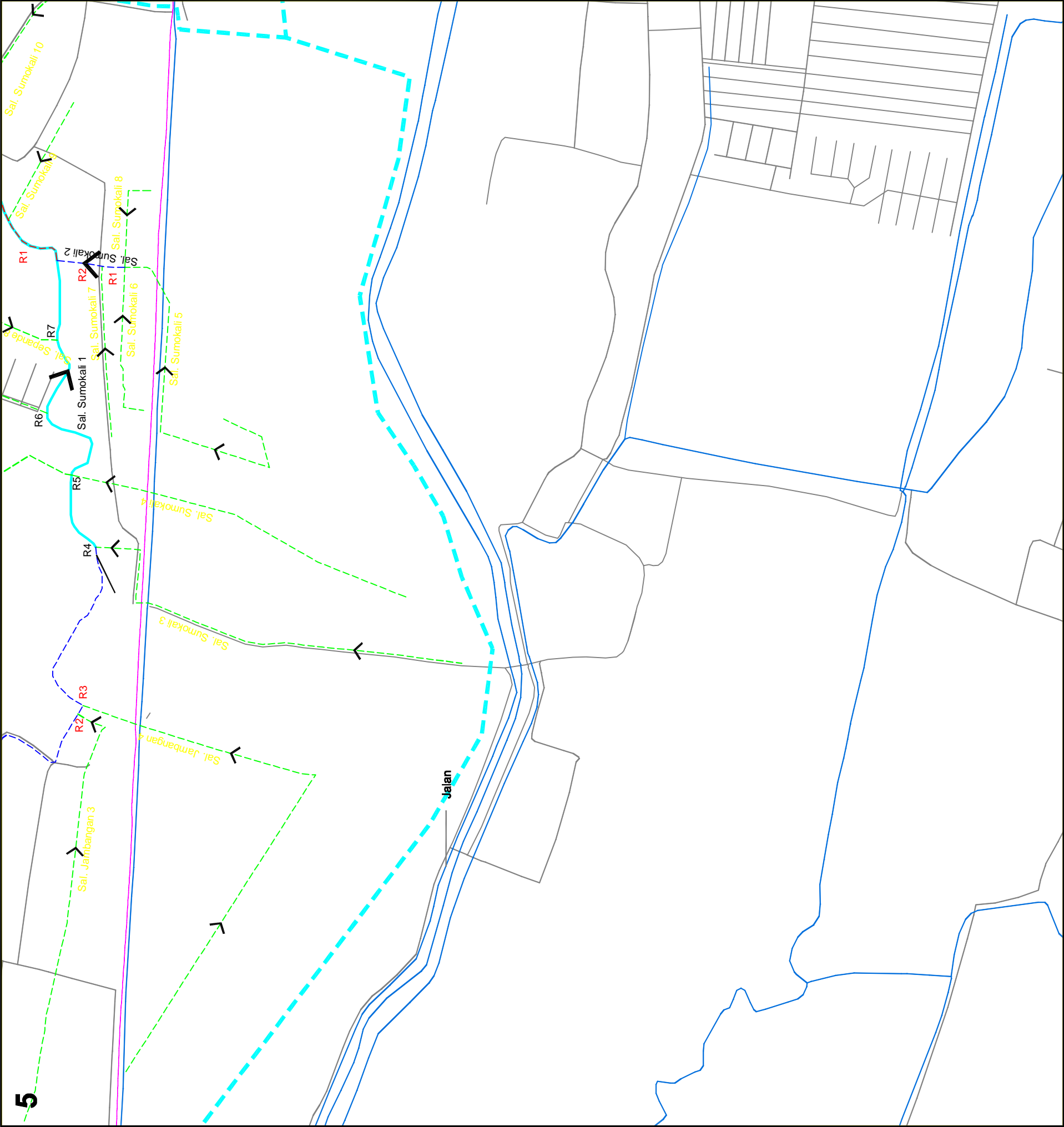
NOMOR GAMBAR
4.16

HAL.
86



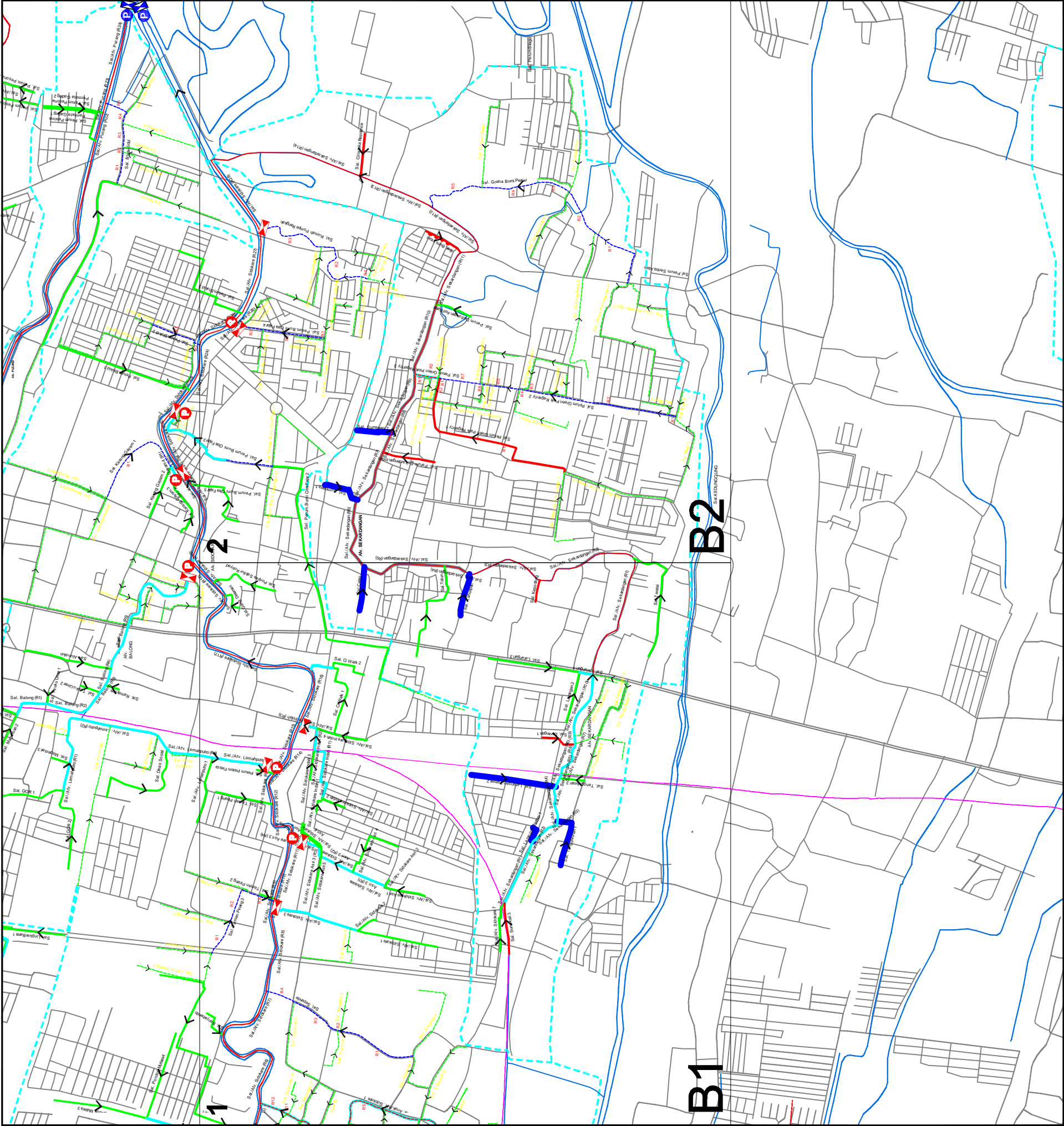
	TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN BANJIR DIPERKOTAAN SIDOARJO RAYON SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)	Gambar LOKASI RENCANA SALURAN PORUSSISTEM DRAINASE SIDOKARE (A 4)	Keterangan Rel KA Jalan Sungai Batas Catchment Area Saluran Drainase Primer Saluran Drainase Sekunder Saluran Drainase Tersier Rencana Saluran Drainase Primer Rencana Saluran Drainase Sekunder Rencana Saluran Drainase Tersier Rencana Saluran Porus Saluran Drainase Tersier tidak aman	Sumber 1. Peta Kondisi Rencana Masterplan Drainase Kab. Sidoarjo 2. Hasil Analisa		SKALA 1 : 8.000 0 80 240 M 0 1 3 Cm	NOMOR GAMBAR 4.17 HAL. 87





<div></div> <div>TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div>	POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN BANJIR DIPERKOTAAN SIDOARJO RAYON SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)	Gambar LOKASI RENCANA SALURAN PORUS SISTEM DRAINASE SIDOKARE (A 5)	<div>Keterangan</div> <div><div></div>Rel KA</div> <div><div></div>Jalan</div> <div><div></div>Sungai</div> <div><div></div>Batas Catchment Area</div> <div><div></div>Saluran Drainase Primer</div> <div><div></div>Saluran Drainase Sekunder</div> <div><div></div>Saluran Drainase Tersier</div> <div><div></div>Rencana Saluran Drainase Primer</div> <div><div></div>Rencana Saluran Drainase Sekunder</div> <div><div></div>Rencana Saluran Drainase Tersier</div> <div><div></div>Rencana Saluran Porus</div> <div><div></div>Saluran Drainase Tersier tidak aman</div>
---	--	---	--

<div></div> <div>TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div>		POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN BANJIR DIPERKOTAAN SIDOARJO RAYON SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)	
Gambar		LOKASI RENCANA SALURAN PORUS SISTEM DRAINASE SEKARDANGAN	
Keterangan		<div>Rel KA</div> <div>Jalan</div> <div>Sungai</div> <div>Batas Catchment Area</div> <div>Saluran Drainase Primer</div> <div>Saluran Drainase Sekunder</div> <div>Saluran Drainase Tersier</div> <div>Rencana Saluran Drainase Primer</div> <div>Rencana Saluran Drainase Sekunder</div> <div>Rencana Saluran Drainase Tersier</div> <div>Rencana Saluran Porus</div> <div>Saluran Drainase Tersier tidak aman</div>	
Sumber		1. Peta Kondisi Rencana Master Plan Drainase Kab. Sidoarjo 2. Hasil Analisa	
<div></div>		SKALA 1 : 20.000	
		<div>0200600 M</div> <div>013 Cm</div>	
		NOMOR GAMBAR 4.19	
		HAL. 89	





POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS
DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN
BANJIR DIPERKOTAAN SIDOARJO RAYON
SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB
DAS SEKARDANGAN)

Gambar
LOKASI RENCANA SALURAN PORUS
SISTEM DRAINASE SEKARDANGAN
(B 1)

Keterangan

Rel KA

Sungai

Sungai

Sungai

----- Batas Catchment Area

Saluran Drainase Primer

Saluran Drainase Sekunder

Saluran Drainase Tersier

-----> Rencana Saluran Drainase Primer

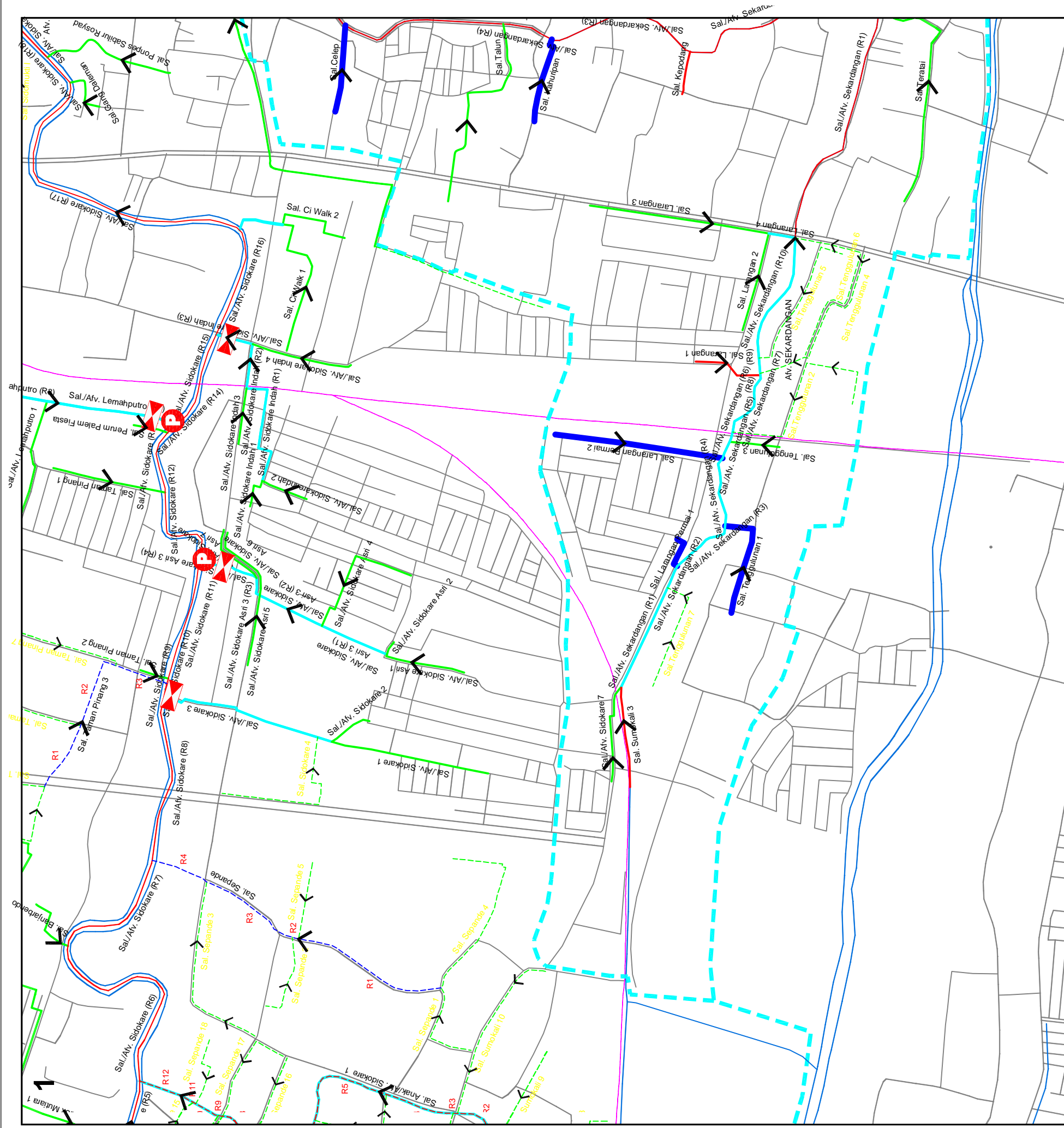
→ Rencana Saluran Drainase Sekunder

-----> Rencana Saluran Drainase Tersier

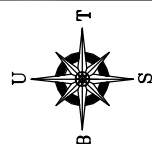
Bencana Saluran Poris

→ Rencana Saluran Porus

Saluran Drainase Tersier tidak aman




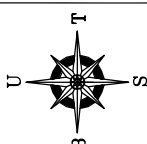

Sumber
1. Peta Kondisi Rencana Master Plan Drainase Kab. Sidoarjo
2. Hasil Analisa

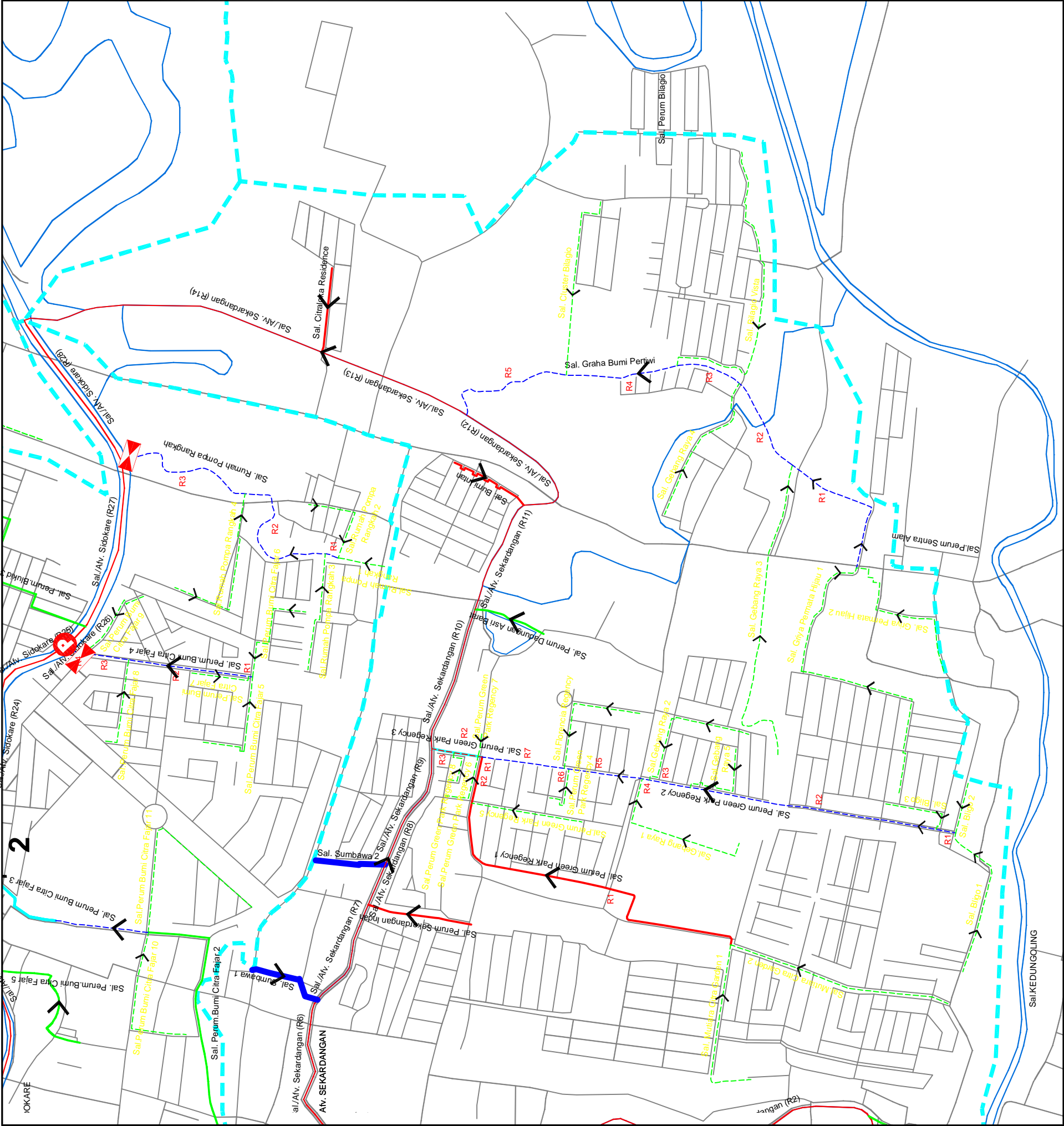


SKALA 1 : 10.000

A scale bar with two units. The top unit is labeled '0', '100', and '300 M'. The bottom unit is labeled '0', '1', and '3 Cm'. The bar is divided into segments corresponding to these values.

**NOMOR
GAMBAR
4.20**

 TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	POTENSI PENGGUNAAN SALURAN PORUS DALAM MENGURANGI GENANGAN DAN BANJIR DIPERKOTAAN SIDOARJO RAYON SELATAN (SUB DAS SIDOKARE DAN SUB DAS SEKARDANGAN)	
Gambar	LOKASI RENCANA SALURAN PORUS SISTEM DRAINASE SEKARDANGAN (B 2)	
Keterangan	<div><div><div>Rel KA</div><div>Jalan</div><div>Sungai</div><div>Batas Catchment Area</div><div>Saluran Drainase Primer</div><div>Saluran Drainase Sekunder</div><div>Saluran Drainase Tersier</div><div>Rencana Saluran Drainase Primer</div><div>Rencana Saluran Drainase Sekunder</div><div>Rencana Saluran Drainase Tersier</div><div>Rencana Saluran Porus</div><div>Saluran Drainase Tersier tidak aman</div></div></div>	
Sumber	1. Peta Kondisi Rencana Master Plan Drainase Kab. Sidoarjo 2. Hasil Analisa	
<div></div>	SKALA 1 : 10.000 <div></div>	NOMOR GAMBAR 4.21 HAL. 91



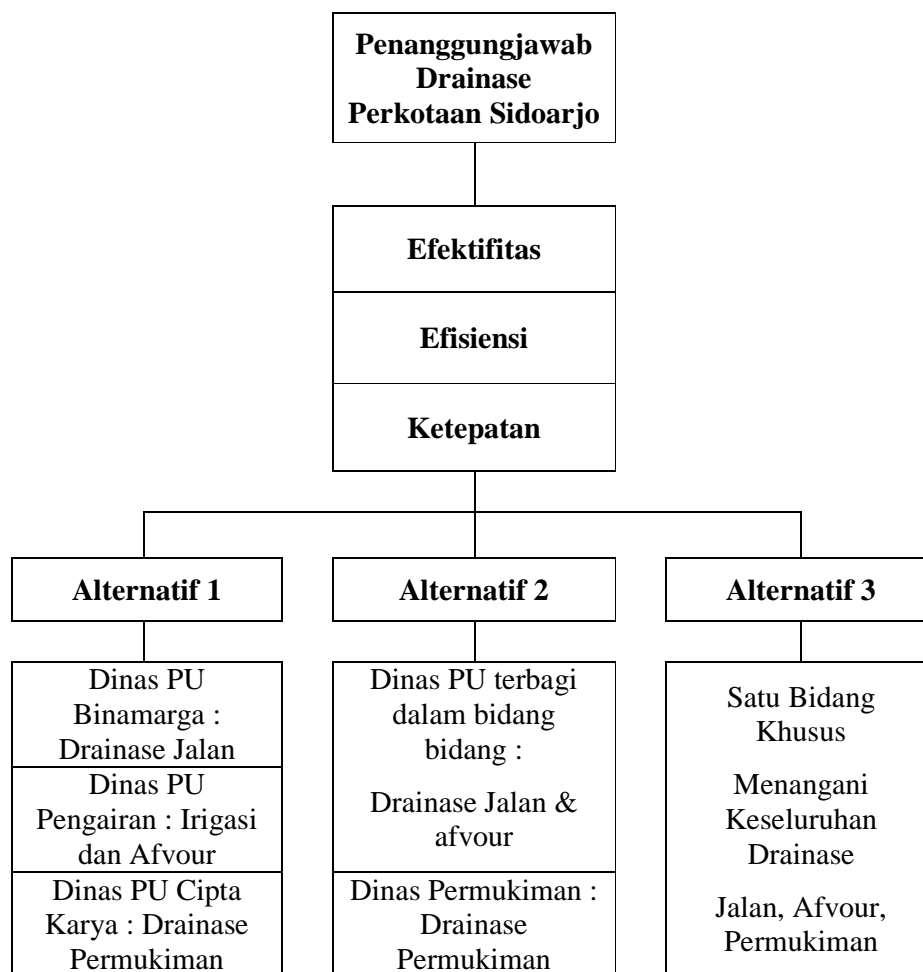
4. 4. ASPEK KELEMBAGAAN

Analisa kelembagaan pada studi ini menggunakan alat analisa AHP. Dengan nara sumber sebagai pemangku kepentingan dari penerapan desain saluran porus adalah :

1. Bappeda
Bidang Kimpraswil (Ibu Santi)
2. Dinas PU Pengairan
Bidang Pembangunan (Bapak Anggoro)
3. Dinas PU Bina Marga
Bidang Pembangunan (Ibu Danar)
4. Dinas PU Cipta Karya
Bidang PLPP (Bapak Soebandi)
5. Pengembang Perumahan
Ketua REI Kabupaten Sidoarjo (Bapak Susilo)
6. Tenaga Ahli Drainase dan Tata Ruang
Dosen UK. Petra (Bapak Benny P.)

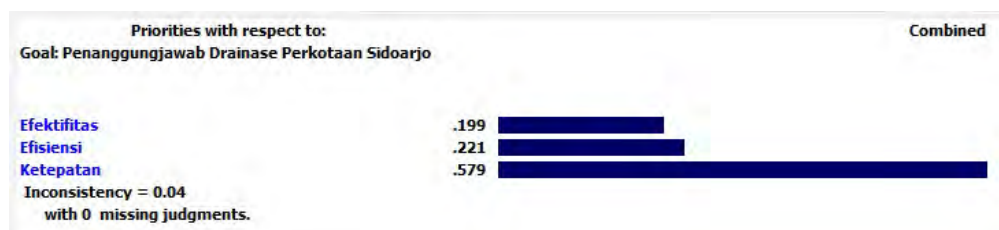
Pada tahun 2017 Dinas PU Pengairan, PU Bina Marga, PU Cipta Karya akan menjadi satu Dinas yaitu Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang. Penggabungan ini mengakibatkan berubahnya struktur organisasi dan peran masing – masing bidang. Perubahan yang terjadi di struktur Dinas PU pada studi ini dianalisa berdasarkan kategori evaluasi formatif (Dunn, 1999) untuk dicari bidang mana yang efektif untuk menjadi pemeran dalam pelaksanaan saluran porus.

3 (tiga) aspek yang dikaji adalah efektifitas, efisiesnsi dan ketepatan yang akan menjadi faktor utama penentuan prioritas penanganan genangan dengan menggunakan saluran porus. Alternatif penyelesaiannya terdiri dari 3 bentuk kelembagaan. Hirarki tujuan, faktor dan alternatif dapat dilihat pada Gambar 4.24 dibawah ini.



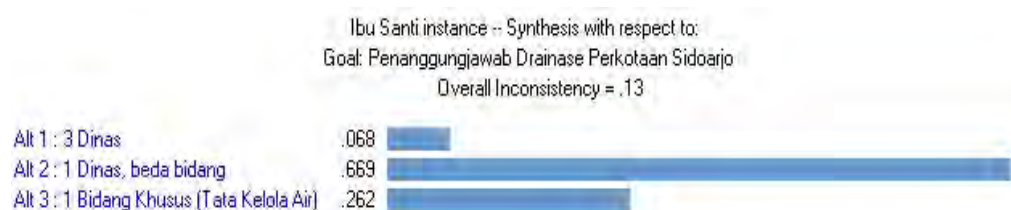
Gambar 4.24 Hirarki AHP

Pembobotan pada kriteria yaitu efektifitas, efisiensi dan ketepatan dari pengolahan data kuisioner yang diisi oleh 6 (enam) responden didapat dari *Expert Choice 11*. Bobot kriteria kombinasi dari efektifitas adalah 0,199, Efisiensi 0,221 dan ketepatan 0,579 dapat dilihat pada Gambar 4. 25 dibawah ini.

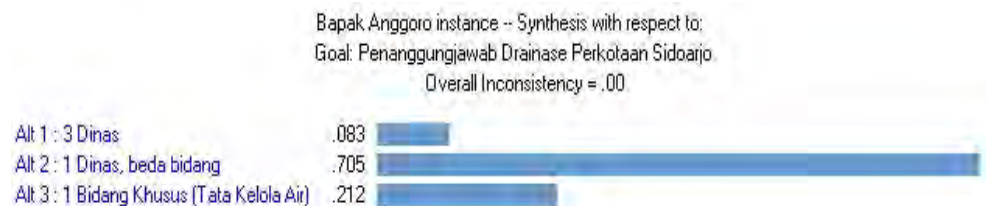


Gambar 4.25 Bobot Kriteria

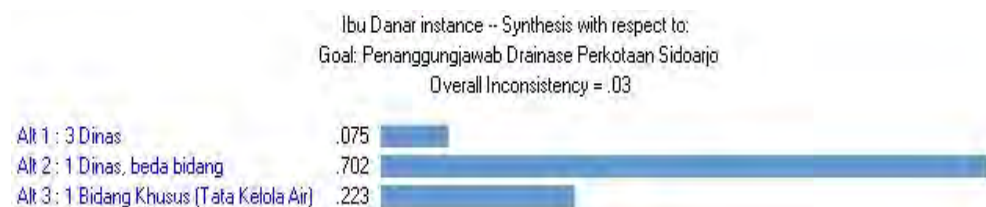
Prioritas dari tiga alternatif dari masing-masing responden terlihat dari Gambar 4.26-4.31. Jika dijumlah secara geometrik didapat tingkat prioritas dari 3 alternatif bentuk kelembagaan penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo (Tabel 4.22). Prioritas pertama ditempati oleh Alternatif 2 yaitu penanggungjawab drainase jalan dan irigasi serta pembuangannya (Afvour) berada pada satu Dinas tetapi dalam bidang yang berbeda. Drainase perumahan penanggungjawabnya adalah Dinas permukiman.



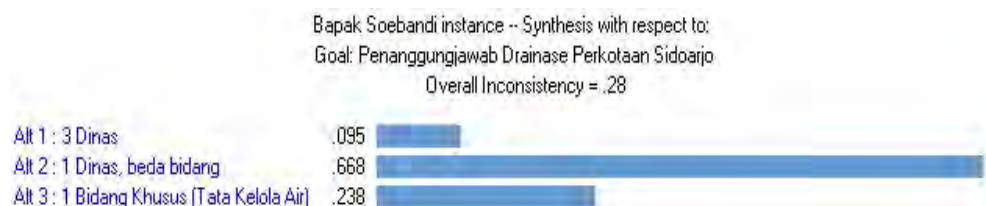
Gambar 4.26 Prioritas Alternatif dari Responden 1



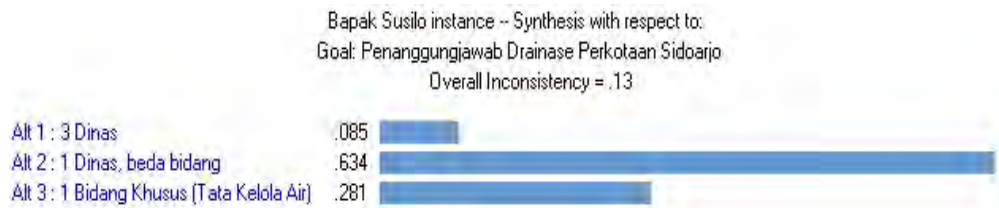
Gambar 4.27 Prioritas Alternatif dari Responden 2



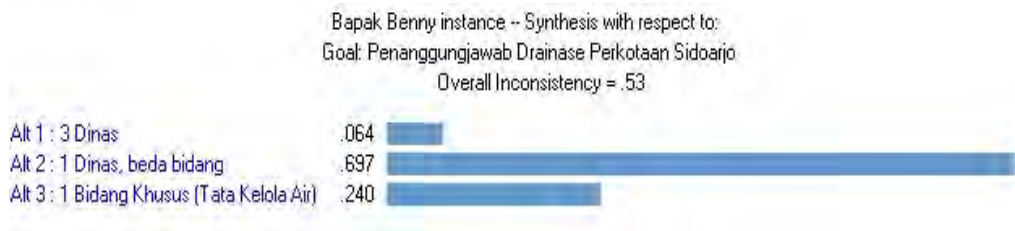
Gambar 4.28 Prioritas Alternatif dari Responden 3



Gambar 4.29 Prioritas Alternatif dari Responden 4



Gambar 4.30 Prioritas Alternatif dari Responden 5



Gambar 4.31 Prioritas Alternatif dari Responden 6

Tabel 4.22 Prioritas Alternatif

No.	Nama Responden	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Ibu Santi Bappeda	0.68	0.699	0.262
2	Bapak Anggoro DPU Pengairan	0.083	0.705	0.212
3	Ibu Danar DPU Bina Marga	0.075	0.702	0.223
4	Bapak Soebandi DPU. Cipta Karya	0.095	0.668	0.238
5	Bapak Susilo Ketua REI Kab. Sidoarjo	0.085	0.634	0.281
6	Bapak Benny P. Dosen UK Petra	0.064	0.697	0.24
		1.082	4.105	1.456

Sumber : Hasil Analisa

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari analisa aspek teknis dan lingkungan dapat disimpulkan hal – hal sebagai berikut :

1. Tingkat peresapan saluran porus pada Sub DAS Sidokare $2,1605 \times 10^{-7}$ m/detik dan pada Sub DAS Sekardangan $1,151 \times 10^{-7}$ m/detik.
2. Faktor yang mempengaruhi keberhasilan saluran porus adalah luasan dasar saluran, panjang saluran, koefisien permeabilitas dan waktu aliran. Sehingga dari faktor tersebut saluran porus dapat menurunkan debit tidak tertampung sebesar 40,4 % pada Sub DAS Sidokare dan 62 % pada Sub DAS Sekardangan.
3. Media filtrasi yang paling baik mengurangi polutan adalah media tanah asli berumput gajah. Tetapi jika dilihat dari waktu resapannya menjadi lebih efektif media filtrasi pasir
4. Penanggungjawab sistem drainase Perkotaan Sidoarjo dalam satu Dinas dengan dibagi pada 3 bidang yang berbeda. 3 bidang tersebut masing – masing bertanggungjawab terhadap drainase jalan, irigasi dan pembuangannya juga drainase perumahan dan pemukiman.

5.2. SARAN

Dari kesimpulan diatas dapat dimunculkan saran –saran sebagai berikut :

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengaruh ROB terhadap saluran porus
2. Pemisahan air limbah dan air hujan diterapkan
3. Kolam retensi dapat diterapkan pada perumahan atau permukiman yang salurannya tidak dimungkinkan untuk direhabilitasi menjadi saluran porus.
4. Kolam retensi bisa berupa kolam retensi komunal yang dikelola oleh pemda. Pendanaannya bisa dari partisipasi pengembang disaat pengajuan rekomendasi siteplan.

5. Penerapan biopori perpersil rumah dan biopori di fasilitas umum oleh Dinas PU. Cipta Karya diutamakan pada perumahan. Biopori perpersil adalah partisipasi oleh masyarakat sedangkan biopori pada fasilitas umum merupakan partisipasi dari pengembang atau menjadi tanggungjawab Pemda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahmat, Fathoni. 2006. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Bandung : Rineka Cipta.
- Asdak, S. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo. 2013. *Jenis Batuan Geologi Per Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo*. Sidoarjo : Delta Grafika
- Bappeda Kabupaten Sidoarjo. 2014. *Master Plan dan DED Sistem Drainase Kabupaten Sidoarjo*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991., “*SNI 06-2412-1991 Tentang Metode Pengambilan Contoh Kualitas Air*”
- Departemen Pekerjaan Umum. 2003., “*SNI 03-6966-2003 Tentang Spesifikasi Saluran Pracetak Berlubang untuk Lingkungan Permukiman* ”
- Dunn, William N. 1999. *Analisis kebijakan Publik*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Akademik Pressindo.
- Jamulya dan Suratman Woro Suprodjo. 1983. *Pengantar Geografi Tana Diktat Kuliah*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2014. *Penyusunan Master Plan dan DED Siste Drainase Kabupaten Sidoarjo*.
- Madjid. 2010. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor : Fakultas Pertanian Institut Pertanian.
- Mangkoedihardjo, S., dan Samudro, Ganjar. 2010. *Fitoteknologi Terapan*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Menteri Pekerjaan Umum. 2014. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*.
- Pusat Lingkungan Geologi Badan Geologi Departemen ESDM. 2007. *Hasil Uji Laju Resapan Daerah Penyelidikan Kabupaten Sidoarjo*. Bandung.
- Saaty, Thomas L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*.
- Sosrodarsono, S dan Kazuto, N. 1994. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta : Pradnya Paramita.

- Subarkah, Imam. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Idea Dharma
- Suharta, N. dan B.H. Prasetyo. 2008. *Susunan mineral dan sifat fisiko-kimia tanah Bervegetasi hutan dari batuan sedimen masam di Provinsi Riau*. Riau : Jurnal Tanah dan Iklim
- Sunjoto. 2011. *Teknik Drainase PRO-AIR*.
- Suprpto. 2016. *Banjir Lumpuhkan Sidoarjo*. [http ://TRIBUNnews.com](http://TRIBUNnews.com).
- Suripin. 2014. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : ANDI Offset
- Verruijt. 1970. *Theory of Groundwater flow*. MacMillan, Ney York.
- West Virginia Department of Environmetal Protection. 2012. *West Virginia Stromwater Management and Design Guidance Manual*.

IDENTITAS RESPONDEN

Nama :
NIP :
Jabatan :
Lama menjabat :
Instansi :

- 1 Efektifitas
- 2 Efisiensi
- 3 Ketepatan

1	Efektifitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Efisiensi
2	Efektifitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ketepatan
3	Efisiensi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ketepatan

Efektifitas

1 Dinas PU. Bina Marga, PU.
Pengairan, PU Ciptakarya Efektif
menjadi penanggungjawab drainase
Perkotaan Sidoarjo

2 Dinas PU dan Permukiman Efektif
menjadi penanggungjawab drainase
Perkotaan Sidoarjo

3 Sub Bidang Khusus (tata kelola air)
Efektif menjadi penanggungjawab
drainase Perkotaan Sidoarjo

1	Dinas PU. Bina Marga, PU. Pengairan, PU Ciptakarya Efektif menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Dinas PU dan Permukiman Efektif menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo
2	Dinas PU. Bina Marga, PU. Pengairan, PU Ciptakarya Efektif menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Bidang Khusus (tata kelola air) Efektif menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo
3	Dinas PU dan Permukiman Efektif menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Bidang Khusus (tata kelola air) Efektif menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo

Efisiensi

1 Dinas PU. Bina Marga, PU.
Pengairan, PU Ciptakarya Efisien
menjadi penanggungjawab drainase
Perkotaan Sidoarjo

2 Dinas PU dan Permukiman Efisien
menjadi penanggungjawab drainase
Perkotaan Sidoarjo

3 Sub Bidang Khusus (tata kelola air)
Efisien menjadi penanggungjawab
drainase Perkotaan Sidoarjo

1	Dinas PU. Bina Marga, PU. Pengairan, PU Ciptakarya Efisien menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Dinas PU dan Permukiman Efisien menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo
2	Dinas PU. Bina Marga, PU. Pengairan, PU Ciptakarya Efisien menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Bidang Khusus (tata kelola air) Efisien menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo
3	Dinas PU dan Permukiman Efisien menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Bidang Khusus (tata kelola air) Efisien menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo

Ketepatan

1 Dinas PU. Bina Marga, PU.
Pengairan, PU Ciptakarya Tepat
menjadi penanggungjawab drainase
Perkotaan Sidoarjo

2 Dinas PU dan Permukiman Tepat
menjadi penanggungjawab drainase
Perkotaan Sidoarjo

3 Sub Bidang Khusus (tata kelola air)
Tepat menjadi penanggungjawab
drainase Perkotaan Sidoarjo

1	Dinas PU. Bina Marga, PU. Pengairan, PU Ciptakarya Tepat menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Dinas PU dan Permukiman Tepat menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo
2	Dinas PU. Bina Marga, PU. Pengairan, PU Ciptakarya Tepat menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Bidang Khusus (tata kelola air) Tepat menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo
3	Dinas PU dan Permukiman Tepat menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub Bidang Khusus (tata kelola air) Tepat menjadi penanggungjawab drainase Perkotaan Sidoarjo

Lanjutan Tabel 4.21.

No	Lokasi	Jenis Sal.	ANALISA HIDROLOGI															DIMENSI SALURAN EKSISTING										ANALISA HIDROLIKA										Keterangan															
			Luas Per ruas	Luas Total	Koef Pengaliran Eksisting	Panjang Sal. Per ruas	Panjang Sal. Total	Panjang Aliran di lahan	Kecepatan Aliran di Saluran	Kecepatan Aliran pada Lahan	Waktu Pengaliran di Lahan	Waktu Pengaliran di Saluran	Waktu Konsentrasi	Koefisien Tampungan	Curah Hujan Rencana	Intensitas Hujan	Debit Banjir Rencana	Jenis Saluran Eksisting	Lebar					Kemiringan Talud	Kemiringan Saluran (Slope)	Koef. Manning	Luas penampang		Faktor hidrolik		Kec. Aliran		Kapasitas Saluran																				
																			Dasar	Atas	Air	Jagaan	Saluran				Normal	Maks.	Normal	Maks.	Normal	Maks.	Normal	Maks.	Normal	Maks.																	
																																					b (m)		B (m)	H (m)	W (m)	H' (m)	z / m	S	n	A (m2)	A' (m2)	R (m2)	R' (m2)	V (m/dt)	V' (m/dt)	Q (m3/dt)	Q' (m3/dt)
28	Sal. Pondok Jati 2	T	11.42	11.42	0.44	134.40	134.40	162.48	0.62	0.20	13.67	3.62	17.28	0.91	58.20	46.26	0.58	Pas.batu Kali	1.20	1.20	0.80	0.20	1.00	0.00	0.00100	0.025	0.96	1.20	0.34	0.43	0.62	0.72	0.59	0.86	Aman																		
29	Sal. Pondok Jati 3	T	1.99	1.99	0.44	83.69	83.69	122.19	0.58	0.20	10.28	2.42	12.70	0.91	58.20	56.81	0.13	Pas.batu Kali	1.00	1.00	0.80	0.20	1.00	0.00	0.00100	0.025	0.80	1.00	0.31	0.38	0.58	0.67	0.46	0.67	Aman																		
30	Sal. Pondok Jati 1	S	17.83	31.23	0.44	387.86	522.25	592.30	0.71	0.20	49.83	12.29	62.11	0.91	74.25	25.15	0.87	Pas.batu Kali	1.50	1.50	0.95	0.30	1.25	0.00	0.00100	0.025	1.43	1.88	0.42	0.55	0.71	0.85	1.01	1.59	Aman																		
31	Sal. Pucang (R15)	P	1.43	4478.19	0.44	282.02	9500.82	41.34	1.05	0.20	3.48	150.90	154.37	0.67	84.78	15.65	57.55	Tanah	10.60	20.00	2.50	0.50	3.00	1.57	0.00061	0.035	36.29	45.90	1.82	2.31	1.05	1.23	38.08	56.33	Luber, perlu dinormalisasi																		
32	Sal. Taman Anggrek	T	4.75	4.75	0.44	151.15	151.15	168.07	0.48	0.20	14.14	5.30	19.44	0.88	58.20	42.77	0.22	Pas.batu Kali	0.80	0.80	0.40	0.20	0.60	0.38	0.00100	0.025	0.38	0.62	0.23	0.37	0.48	0.66	0.18	0.41	Luber, perlu dinormalisasi																		
33	Sal. Pucang (R16)	P	0.23	4483.18	0.44	57.12	9557.94	31.73	1.57	0.20	2.67	101.38	104.05	0.67	84.78	20.36	75.03	Pas.batu kali	10.55	15.50	2.90	0.50	3.40	0.38	0.00061	0.025	33.83	40.32	2.02	2.40	1.57	1.77	53.16	71.21	Luber, perlu dinormalisasi																		
34	Sal. Jati 1	T	18.62	18.62	0.44	423.97	423.97	653.78	0.39	0.20	55.00	18.10	73.10	0.89	58.20	17.69	0.36	Pas.batu Kali	0.80	0.80	0.30	0.20	0.50	0.00	0.00100	0.025	0.24	0.40	0.17	0.29	0.39	0.55	0.09	0.22	Luber, perlu dinormalisasi																		
35	Sal. Jati 2	T	16.05	16.05	0.44	149.21	149.21	586.35	0.39	0.20	49.33	6.37	55.70	0.95	58.20	21.20	0.39	Pas.batu Kali	0.80	0.80	0.30	0.20	0.50	0.00	0.00100	0.025	0.24	0.40	0.17	0.29	0.39	0.55	0.09	0.22	Luber, perlu dinormalisasi																		
36	Sal. Jati 3 (R1)	S	23.60	58.27	0.44	1253.54	1677.51	257.00	0.39	0.20	21.62	71.63	93.25	0.72	74.25	19.19	0.99	Pas.batu Kali	0.80	0.80	0.30	0.20	0.50	0.00	0.00100	0.025	0.24	0.40	0.17	0.29	0.39	0.55	0.09	0.22	Luber, perlu dinormalisasi																		
37	Sal. Lingkar Barat 1	T	14.07	14.07	0.44	516.11	516.11	982.62	0.58	0.20	82.66	14.92	97.58	0.93	58.20	14.59	0.23	Pas.batu Kali	1.00	1.00	0.80	0.20	1.00	0.00	0.00100	0.025	0.80	1.00	0.31	0.38	0.58	0.67	0.46	0.67	Aman																		
38	Sal. Jati 3 (R2)	S	18.92	91.26	0.44	450.92	1218.43	311.97	0.56	0.20	26.24	63.77	90.01	0.74	74.25	19.64	1.62	Pas.batu Kali	1.00	1.00	0.70	0.30	1.00	0.00	0.00100	0.025	0.70	1.00	0.29	0.42	0.56	0.71	0.39	0.71	Luber, perlu dinormalisasi																		
39	Sal. Pucang (R17)	P	0.05	4574.48	0.44	9.76	9567.70	35.82	1.50	0.20	3.01	106.04	109.05	0.67	84.78	19.74	74.25	Pas.batu Kali	11.60	16.80	2.50	0.50	3.00	0.87	0.00061	0.025	34.42	42.60	1.89	2.34	1.50	1.73	51.76	73.85	Luber, perlu dinormalisasi																		
40	Sal. Lingkar Barat 2	T	3.96	3.96	0.44	712.03	712.03	85.16	0.58	0.20	7.16	20.58	27.75	0.73	58.20	33.74	0.12	Pas.batu Kali	1.00	1.00	0.80	0.20	1.00	0.00	0.00100	0.025	0.80	1.00	0.31	0.38	0.58	0.67	0.46	0.67	Aman																		
41	Sal. Pucang (R18)	P	0.65	4579.09	0.44	82.46	9650.16	60.93	1.44	0.20	5.13	111.68	116.81	0.68	84.78	18.85	71.38	Pas.batu Kali	11.70	16.40	2.30	0.50	2.80	0.84	0.00061	0.025	31.35	39.34	1.77	2.22	1.44	1.68	45.15	65.91	Luber, perlu dinormalisasi																		
42	Sal. Pondok Jati 5	T	2.86	2.86	0.44	222.37	222.37	237.82	0.49	0.20	20.01	7.59	27.59	0.88	58.20	33.86	0.10	Pas.batu Kali	0.80	0.80	0.60	0.20	0.80	0.00	0.00100	0.025	0.48	0.64	0.24	0.32	0.49	0.59	0.23	0.38	Aman																		
43	Sal. Pucang (R19)	P	2.42	4584.37	0.44	440.46	10090.62	43.83	1.28	0.20	3.69	131.69	135.37	0.67	84.78	17.09	64.41	Pas.batu Kali	13.20	17.30	1.80	0.50	2.30	0.89	0.00061	0.025	26.65	35.08	1.48	1.95	1.28	1.53	34.03	53.80	Luber, perlu dinormalisasi																		
44	Sal. Depan SD Pagerwojo	T	1.06	1.06	0.44	101.23	101.23	80.34	0.58	0.20	6.76	2.93	9.68	0.87	58.20	68.06	0.08	Pas.batu Kali	1.00	1.00	0.80	0.20	1.00	0.00	0.00100	0.025	0.80	1.00	0.31	0.38	0.58	0.67	0.46	0.67	Aman																		
45	Sal. Pucang (R20)	P	1.43	4586.86	0.44	355.97	10446.60	23.09	1.37	0.20	1.94	126.98	128.92	0.67	84.78	17.65	66.31	Pas.batu Kali	11.70	16.30	2.10	0.50	2.60	0.88	0.00061	0.025	28.47	36.40	1.65	2.10	1.37	1.62	39.04	58.79	Luber, perlu dinormalisasi																		
46	Sal. Lapangan Tembak	T	10.63	10.63	0.44	101.23	101.23	377.36	0.34	0.20	31.75	5.03	36.78	0.94	58.20	27.96	0.34	Pas.batu Kali	0.50	0.50	0.30	0.20	0.50	0.00	0.00100	0.025	0.15	0.25	0.14	0.23	0.34	0.47	0.05	0.12	Luber, perlu dinormalisasi																		
47	Sal. Pucang (R21)	P	4.96	4602.44	0.44	3098.85	13545.45	255.61	1.39	0.20	21.50	162.55	184.05	0.69	84.78	13.92	54.33	Pas.batu Kali	13.00	16.80	2.10	0.50	2.60	0.73	0.00061	0.025	30.52	38.74	1.68	2.13	1.39	1.63	42.39	63.07	Luber, perlu dinormalisasi																		
48	Sal. Bluru Kidul	T	52.69	52.69	0.44	294.71	294.71	454.88	0.53	0.20	38.27	9.24	47.51	0.91	58.20	23.57	1.38	Pas.batu Kali	0.60	1.00	0.80	0.20	1.00	0.20	0.00100	0.025	0.61	0.80	0.27	0.36	0.53	0.64	0.32	0.51	Luber, perlu dinormalisasi																		
49	Sal. Pucang (R22)	P	0.71	4655.85	0.44	137.81	13683.26	39.40	1.09	0.20	3.31	208.40	211.71	0.67	84.78	12.68	48.36	Tanah	25.20	32.30	2.25	0.50	2.75	1.29	0.00061	0.035	63.24	79.06	1.94	2.43	1.09	1.27	69.20	100.41	Aman																		
50	Sal. Perum Pesona Permata Gading 1	T	9.08	9.08	0.44	408.23	408.23	339.53	0.27	0.20	28.56	24.97	53.53	0.81	58.20	21.77	0.20	Pas.batu Kali	0.40	0.40	0.20	0.20	0.40	0.00	0.00100	0.025	0.08	0.16	0.10	0.20	0.27	0.43	0.02	0.07	Luber, perlu dinormalisasi																		
51	Sal. Pucang (R23)	P	0.13	4665.06	0.44	47.22	13730.49	17.78	1.05	0.20	1.50	217.54	219.03	0.67	84.78	12.40	47.23	Tanah	25.40	32.00	2.10	0.50	2.60	1.27	0.00061	0.035	58.94	74.62	1.83	2.32	1.05	1.23	62.00	91.87	Aman																		
52	Sal. Perum Pesona Permata Gading 2	T	2.14	2.14	0.44	286.21	286.21	80.41	0.27	0.20	6.76	17.50	24.27	0.73	58.20	36.89	0.07	Pas.batu Kali	0.40	0.40	0.20	0.20	0.40	0.00	0.00100	0.025	0.08	0.16	0																								

Lanjutan Tabel 4.21.

No		Lokasi	Jenis Sal.	ANALISA HIDROLOGI														DIMENSI SALURAN EKSTISTING										ANALISA HIDROLIKA								Keterangan		
				Luas Per ruas	Luas Total	Koef Pengaliran Eksisting	Panjang Sal. Per ruas	Panjang Sal. Total	Panjang Aliran di lahan	Kecepatan Aliran di Saluran	Kecepatan Aliran pada Lahan	Waktu Pengaliran di Lahan	Waktu Pengaliran di Saluran	Waktu Konsentrasi	Koefisien Tampungan	Curah Hujan Rencana	Intensitas Hujan	Debit Banjir Rencana	Jenis Saluran Eksisting	Lebar		Tinggi		Kemiringan Talud	Kemiringan Saluran (Slope)	Koef. Manning	Luas penampang		Faktor hidrolik		Kec. Aliran		Kapasitas Saluran					
																				Dasar	Atas	Air	Jagaan				Saluran	Normal	Maks.	Normal	Maks.	Normal	Maks.	Normal	Maks.		Normal	Maks.
Ha	A Ha		L (m)	L (m)	Lo (m)	V (m/dt)	Vo (m/dt)	to (menit)	td (menit)	tc (menit)	Cs	Rn (mm)	In (mm/jam)	Qn (m3/dt)																								
51	Sal. Dinas Sosial	T	27.01	27.01	0.47	557.36	557.36	584.13	0.58	0.20	49.14	16.11	65.25	0.89	58.20	19.08	0.60	Pas.batu Kali	1.00	1.00	0.80	0.20	1.00	0.00	0.00100	0.025	0.80	1.00	0.31	0.38	0.58	0.67	0.46	0.67	Luber, perlu dinormalisasi			
52	Sal. Lemahputro (R3)	S	2.32	95.34	0.47	226.49	2035.50	84.59	1.09	0.20	7.12	31.04	38.16	0.71	74.25	34.81	3.08	Pas.batu Kali	6.00	7.00	1.25	0.30	1.55	0.32	0.00082	0.025	8.00	10.08	0.93	1.17	1.09	1.27	8.75	12.84	Aman			
53	Sal. Lemahputro 1	T	6.38	6.38	0.47	326.14	326.14	125.40	0.72	0.20	10.55	7.56	18.11	0.83	58.20	44.83	0.31	Pas.batu Kali	1.80	2.00	1.00	0.20	1.20	0.08	0.00082	0.025	1.88	2.28	0.49	0.60	0.72	0.82	1.35	1.86	Aman			
54	Sal. Lemahputro (R4)	S	1.71	103.43	0.47	321.52	2357.02	57.24	1.07	0.20	4.82	36.67	41.49	0.69	74.25	32.92	3.09	Pas.batu Kali	6.00	7.00	1.20	0.30	1.50	0.33	0.00082	0.025	7.68	9.75	0.90	1.14	1.07	1.26	8.23	12.25	Aman			
55	Sal. Sidokare (R15)	P	10.70	2464.94	0.47	241.59	12528.05	85.07	0.51	0.20	7.16	408.74	415.89	0.67	84.78	8.09	17.47	Pas.batu Kali	17.10	18.30	2.50	0.50	3.00	0.20	0.00007	0.025	44.00	53.10	1.98	2.39	0.51	0.58	22.48	30.75	Aman			
56	Sal Sidokare Indah 1	T	4.40	4.40	0.47	83.87	83.87	283.63	0.55	0.20	23.86	2.52	26.38	0.95	58.20	34.89	0.19	Pas.batu Kali	2.10	2.10	0.40	0.20	0.60	0.00	0.00100	0.025	0.84	1.26	0.29	0.43	0.55	0.73	0.47	0.91	Aman			
57	Sal Sidokare Indah 2	T	4.45	4.45	0.47	116.34	116.34	84.47	0.39	0.20	7.11	4.97	12.07	0.83	58.20	58.76	0.28	Pas.batu Kali	0.60	0.60	0.40	0.20	0.60	0.00	0.00100	0.025	0.24	0.36	0.17	0.26	0.39	0.51	0.09	0.18	Luber, perlu dinormalisasi			
58	Sal Sidokare Indah (R1)	S	17.53	26.38	0.47	302.40	418.74	587.49	0.45	0.20	49.42	15.41	64.83	0.89	74.25	24.45	0.75	Pas.batu Kali	1.50	1.50	0.30	0.30	0.60	0.00	0.00100	0.025	0.45	0.90	0.21	0.43	0.45	0.72	0.20	0.65	Luber, perlu dinormalisasi			
59	Sal Sidokare Indah 3	T	1.98	1.98	0.47	136.68	136.68	96.84	0.52	0.20	8.15	4.41	12.56	0.85	58.20	57.23	0.13	Pas.batu Kali	1.50	1.50	0.40	0.20	0.60	0.00	0.00100	0.025	0.60	0.90	0.26	0.39	0.52	0.68	0.31	0.61	Aman			
60	Sal Sidokare Indah (R2)	S	0.16	28.52	0.47	108.14	526.88	11.09	0.69	0.20	0.93	12.79	13.72	0.68	74.25	68.84	1.75	Pas.batu Kali	2.40	2.40	0.60	0.30	0.90	0.00	0.00100	0.025	1.44	2.16	0.40	0.60	0.69	0.90	0.99	1.94	Luber, perlu dinormalisasi			
61	Sal Sidokare Indah 4	T	13.10	13.10	0.47	247.15	247.15	82.29	0.64	0.20	6.92	6.47	13.39	0.81	84.78	79.88	1.10	Pas.batu Kali	2.50	2.50	0.50	0.20	0.70	0.00	0.00100	0.025	1.25	1.75	0.36	0.50	0.64	0.80	0.80	1.39	Luber, perlu dinormalisasi			
62	Sal Sidokare Indah (R3)	S	0.78	42.40	0.47	91.95	618.83	113.95	1.24	0.20	9.59	8.33	17.92	0.81	74.25	57.62	2.59	Pas.batu Kali	4.50	4.50	1.70	0.30	2.00	0.00	0.00100	0.025	7.65	9.00	0.97	1.14	1.24	1.38	9.47	12.42	Aman			
63	Sal. Sidokare (R16)	P	2.88	2510.21	0.47	271.36	12799.41	484.27	0.52	0.20	40.74	411.02	451.76	0.69	84.78	7.65	17.26	Pas.batu Kali	16.30	17.70	2.60	0.50	3.10	0.23	0.00007	0.025	43.91	52.70	2.03	2.44	0.52	0.59	22.79	30.89	Aman			
64	Sal. Ci Walk 1	T	4.02	4.02	0.47	381.78	381.78	81.79	0.62	0.20	6.88	10.27	17.15	0.77	58.20	46.50	0.19	Pas.batu Kali	1.00	1.00	0.30	0.20	0.50	0.00	0.00224	0.025	0.30	0.50	0.19	0.31	0.62	0.87	0.19	0.44	Luber, perlu dinormalisasi			
65	Sal. Ci Walk 2	T	5.97	5.97	0.47	206.45	206.45	286.66	0.58	0.20	24.12	5.89	30.01	0.91	58.20	32.02	0.23	Pas.batu Kali	0.80	0.80	0.30	0.20	0.50	0.00	0.00224	0.025	0.24	0.40	0.17	0.29	0.58	0.82	0.14	0.33	Luber, perlu dinormalisasi			
66	Sal. Ci Walk	S	6.65	16.64	0.47	125.28	507.07	147.71	1.49	0.20	12.43	5.66	18.09	0.86	74.25	57.26	1.08	Pas.batu Kali	2.80	4.20	1.10	0.30	1.40	0.50	0.00224	0.025	3.69	4.90	0.70	0.93	1.49	1.80	5.50	8.84	Aman			
67	Sal. Sidokare (R17)	P	28.01	2554.86	0.47	787.17	13586.57	244.64	0.42	0.20	20.58	534.50	555.08	0.68	84.78	6.67	15.04	Pas.batu Kali	22.10	23.30	1.70	0.50	2.20	0.27	0.00007	0.025	38.36	49.94	1.50	1.95	0.42	0.51	16.25	25.23	Aman			
68	Sal. Gang Dalem	T	2.45	2.45	0.47	127.97	127.97	93.26	0.39	0.20	7.85	5.46	13.31	0.83	58.20	55.06	0.15	Pas.batu Kali	0.60	0.60	0.40	0.20	0.60	0.00	0.00100	0.025	0.24	0.36	0.17	0.26	0.39	0.51	0.09	0.18	Luber, perlu dinormalisasi			
69	Sal. Sidokare (R18)	P	0.65	2557.96	0.47	82.55	13669.13	88.80	0.52	0.20	7.47	434.84	442.31	0.67	84.78	7.76	17.40	Pas.batu Kali	20.50	22.00	2.50	0.50	3.00	0.25	0.00007	0.025	52.81	63.75	2.06	2.49	0.52	0.59	27.67	37.87	Aman			
70	Sal.Ponpes Sabilur Rosyad	T	9.09	9.09	0.47	335.07	335.07	188.91	1.04	0.20	15.89	5.37	21.26	0.89	58.20	40.29	0.43	Pas.batu Kali	3.50	3.50	1.30	0.20	1.50	0.00	0.00100	0.025	4.55	5.25	0.75	0.86	1.04	1.14	4.73	6.01	Aman			
71	Sal. Sidokare (R19)	P	1.14	2568.18	0.47	146.91	13816.04	86.39	0.46	0.20	7.27	502.59	509.85	0.67	84.78	7.06	15.88	Pas.batu Kali	18.70	20.00	2.00	0.50	2.50	0.26	0.00007	0.025	38.44	48.38	1.68	2.12	0.46	0.53	17.61	25.83	Aman			
72	Sal. Magersari 1	T	10.68	10.68	0.47	167.51	167.51	277.50	0.70	0.20	23.34	4.02	27.36	0.93	58.20	34.06	0.44	Pas.Batu Kali	2.00	2.00	0.60	0.20	0.80	0.38	0.00100	0.025	1.34	1.85	0.41	0.56	0.70	0.86	0.93	1.59	Aman			
73	Sal. Magersari 2	T	23.32	23.32	0.47	264.58	264.58	122.54	0.55	0.20	10.31	8.04	18.35	0.82	58.20	44.45	1.11	Pas.Batu Kali	1.20	1.20	0.45	0.20	0.65	0.38	0.00100	0.025	0.62	0.94	0.29	0.44	0.55	0.73	0.34	0.68	Luber, perlu dinormalisasi			
74	Sal. Balong (R1)	S	2.78	36.78	0.47	178.30	442.88	138.36	0.75	0.20	11.64	9.86	21.50	0.81	74.25	51.03	2.00	Pas.batu Kali	1.45	1.90	0.60	0.30	0.90	0.38	0.00133	0.025	1.01	1.62	0.37	0.59	0.75	1.03	0.75	1.66	Luber, perlu dinormalisasi			
75	Sal. Teuku Umar 1	T	4.97	4.97	0.4																																	

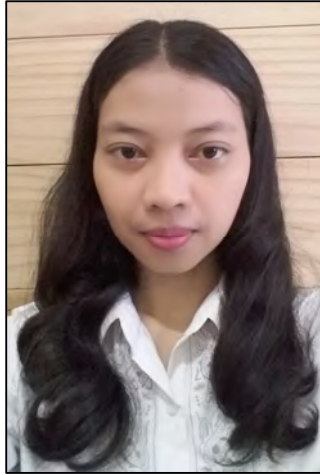
FASILITASI PENYUSUNAN MASTER PLAN DAN DED SISTEM DRAINASE KABUPATEN SIDOARJO

Created with

 **nitro**^{PDF}professional

download the free trial online at nitropdf.com/professional

BIODATA PENULIS



Penulis adalah Karya Siswa dari Kementrian Pekerjaan Umum. Penulis bekerja di Dinas Pekerjaan Umum Ciptan Karya dan Tata Ruang Kabupaten Sidoarjo sejak tahun 2009. Tempat lahir penulis bukan di Kabupaten Sidoarjo melainkan di Kalianda – Lampung Selatan pada tanggal 16 September 1984. Pendidikan formal yang telah ditempuh adalah TK Pertiwi Kalianda, SDN 1 Trosobo Sidoarjo, SLTPN 1 Taman Sidoarjo, SMUN 1 Taman Sidoarjo dan terkahir program S1 di Jurusan teknik Arsitektur Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan ITS Surabaya. Penulis sangat menyukai hal baru dan menyukai tantangan. Inovasi pada bidang infrastruktur ke-PUan menjadi motivasi penulis dalam menempuh program S2 ini. Jika tertarik dengan tema yang diangkat penulis dalam tesis ini silahkan menghubungi penulis via email ke wul4n_84@yahoo.com.